Aus dem Physiologischen und Histologischen Institute
der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
(Direktor: Herr Geheimer Rat Prof. Dr. Dr. Ellenberger.)

Ueber den Glykogengehalt der Magenwand und der Wand der Duodenaldrüsenzone des Darmes bei Felis domestica.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde der durch die ordentlichen Professoren der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

Hans Krieger
Tierarzt aus Chemnitz i. Sa.

Mit 4 Abbildungen.

Dresden
Buchdruckerei Otto Franke
1914.

Aus dem Physiologischen und Histologischen Institute der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
(Direktor: Herr Geheimer Rat Prof. Dr. Dr. Ellenberger.)

Ueber den Glykogengehalt der Magenwand und der Wand der Duodenaldrüsenzone des Darmes bei Felis domestica.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde der durch die ordentlichen Professoren der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

Hans Krieger
Tierarzt aus Chemnitz i. Sa.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Mit 4 Abbildungen.

Dresden
Buchdruckerei Otto Franke
1914.

Gedruckt mit Genehmigung der durch die ordentlichen Professoren der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der Universität Leipzig, 16. Februar 1914.

Referent: Herr Geheimer Rat Prof. Dr. Ellenberger.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547020_0029

Einleitung.

In seiner Arbeit über die Anordnung des Glykogens im Magen und Darmkanal sagt *Arnold* (1, S. 362): „Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob im Magen Glykogen häufiger oder nur ausnahmsweise und unter bestimmten Bedingungen vorkommt.“ Diese Worte Arnolds gaben den Anlaß zu nachstehenden Untersuchungen. Arnold hat im Magen und Darm von Frosch (Rana esculenta u. fusca), Maus, Ratte, Katze, Hund und Mensch die Magen- und Darmschleimhaut auf die Anordnung und Verteilung des Glykogens untersucht. Dabei wurde, wie die Durchsicht seiner Arbeit lehrt, nicht auf das Glykogenvorkommen unter bestimmten normalen Verhältnissen Rücksicht genommen, sondern nur die Glykogenverhältnisse an den Schleimhautregionen im allgemeinen erörtert. Mit Rücksicht darauf gab mir *Herr Geh. Rat Prof. Dr. Ellenberger* den Rat, nunmehr an einem der von Arnold untersuchten Individuen eingehendere, kontrollierende und ergänzende Untersuchungen über das Glykogen im Magen und Duodenum anzustellen. Ich wählte als Untersuchungsobjekt die Katze. Es kam mir bei meinen Untersuchungen darauf an, die Anordnung und Verteilung und den Gehalt an Glykogen nicht nur in dem Oberflächenepithel und dem Stratum glandulare der Magen- und Duodenalschleimhaut festzustellen, sondern es wurde auch auf die Glykogenverhältnisse in den anderen Schichten der genannten Schleimhäute besonders geachtet. Ferner schenkte ich meine Aufmerksamkeit sowohl den Fundus-, wie den Pylorus- und Duodenaldrüsen. Weiter sollte eruiert werden, wie sich die Verteilung, Anordnung und der Gehalt an Glykogen in diesen fraglichen Drüsen bei jungen und älteren Tieren und unter bestimmten funktionellen Gesichtspunkten verhält.

Technik.

Wenn man die Geschichte der Glykogenforschung verfolgt, so findet man, daß beim qualitativen und quantitativen chemischen Nachweis des Glykogens zwei Methoden im wesentlichen verwendet wurden. Die eine Reaktion bezieht sich auf das Verhalten des Glykogens dem Jod gegenüber. Alle Forscher berichten übereinstimmend die mahagonibraune bis weinrote Färbung des Glykogens auf Zusatz jodhaltiger Flüssigkeiten (Lugolsche Lösung, Tinct. jodi). Die andere Methode des Glykogennachweises besteht darin, daß das Glykogen in Zucker umgewandelt (durch Zusatz verdünnter Säuren) und dieser Zucker durch die reduzierende Wirkung auf Kupfersulfat zu Kupferoxydul bestimmt wird. Von diesen beiden zum makroskopischen Nachweis des Glykogens empfohlenen chemischen Methoden ist die zweite Methode, Glykogen als Zucker zu bestimmen, für histologische Zwecke nicht brauchbar. Denn wenn man das Glykogen zu Zucker abbaut, verschwindet der Zucker aus den Stellen der Glykogenablagerung im Präparat. Aber gerade der Fundort ist für histologische Untersuchungen wichtig. Denn es genügt nicht, zu wissen, daß in einem Organ Glykogen vorkommt, sondern man will feststellen, in welcher Zellart es auftritt, welches die Form ist und in welcher Menge es in jeder einzelnen Zelle verteilt ist, ob nur der Zelleib oder auch der Zellkern es enthält. Alle diese Fragen kann man nur beantworten, wenn man das Glykogen an Ort und Stelle beläßt und Reagentien benutzt, die die Glykogengranula in ihrer Form und Lagerung möglichst wenig alterieren. Die Jodmethode ist für histologische Zwecke verwendbar; mit Jod vermag man makroskopisch wie mikroskopisch die gleiche Reaktion anzustellen. Die Art und Weise, wie man das Jod verwendet und auf die Zellen oder den Schnitt einwirken läßt, ist aber sehr verschieden. Hierüber mag folgendes angeführt sein:

1. Man behandelt lebensfrische, nicht fixierte Zellen als Deckglaspräparat*), indem man die Kammer eines Objektträgers mit metallischem Jod beschickt und das noch feuchte Deckglaspräparat auf die Kammer legt. Die sich entwickelnden Joddämpfe wirken dabei gleichsam in statu nascendi ein. Das gleiche Verfahren hat auch *Arnold***)* für Schnitte von gehärtetem Material angewandt. Ich muß bestätigen, daß man damit etwas bessere Resultate bekommt, als mit anderen Jodmethoden.

*) *Zollikofer:* Zur Jodreaktion der Leukocyten. Inaug.-Diss. Bern 1899.

**) Seine Exzellenz Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. *Arnold*-Heidelberg besaß die außerordentliche Liebenswürdigkeit, mir brieflich davon Mitteilung zu machen, wofür ich an dieser Stelle noch ganz ergebenst danken möchte.

2. Deckglastrockenpräparate werden nach den Angaben *Ehrlichs* (7) mit einer Mischung von 1 p starker Lugolscher Lösung + 100 p dicken Gummischleims behandelt und darin aufbewahrt.

3. Besser noch gelingt die Darstellung des Glykogens mit der Barfurthschen Jodglyzerinmethode (7). Ein Gemisch von 1 p Lugolscher Lösung mit 2 p Glyzerin dient zur Färbung und Aufbewahrung der Präparate. Durch das Glyzerin wird jedoch das Jod bald ausgezogen, sodaß die Haltbarkeit nur gering ist. Die Ergebnisse mit dieser Methode waren bei mir zweifelhaft. Diese angeführten Methoden sind besonders für Untersuchungen von Blut und Eiter bestimmt. Für Schnitte gehärteter Präparate wird die Jodreaktion wieder in anderer Weise angewandt.

4. So färbt *Langhans* (7) mit Lugolscher Lösung 5 bis 10 Minuten, entwässert die Präparate in Alcoh. absol. 4 p + Tinct. jodi 1 p und hellt und bewahrt sie auf in Origanumoel. *Lubarsch* (7) schlägt vor, mit Mayers alkoholischem Karmin vorzufärben, weil sich so das braungefärbte Glykogen von den roten Kernen deutlich abhebt.

5. *Drießen* (6, S. 129—131) verwendet eine Jodkarbolxylollösung, die er sich so herstellt, daß er gleiche Teile Lugolscher Lösung und Karbolxylol im Reagenzglas tüchtig durchschüttelt und das Gemisch stehen läßt. Es sondert sich dann das jodhaltige Karbolxylol von dem jodbefreiten Wasser. Nach Bedarf wird etwas von der Lösung abgehebert und auf die Schnitte getropft. Vorher sind die Schnitte zur Kernfärbung in eine konzentrierte alkoholische Cochenillelösung oder in Mayers saures Karmin zu bringen. Er entfärbt in 96 % Alkohol, führt in Alcoh. absol. über (3 Min.) und bringt dann die Schnitte in Jodkarbolxylollösung (3—5 Min.). Bei Ueberfärbung wird mit Karbolxylol abgespült. In Canadabalsam wird eingeschlossen. Die Erfolge meiner Untersuchungen waren unzuverlässig; störend scheint mir der Umstand zu sein, daß das braunrote Glykogen von den rotgefärbten Kernen, wenigstens bei schwächerer Vergrößerung, nicht deutlich genug zu unterscheiden ist.

6. Eine neue Reaktion des Glykogens hat *Fischer* (9, S. 399—400) bei Untersuchungen über Cyanophyceen gefunden. Er konstatierte, daß Glykogen aus wässeriger Lösung durch Gerbsäure fällbar sei; auch durch Alkohol gefälltes Glykogen bindet Gerbsäure. Die Verbindung des Glykogens mit dem Tannin ist leicht wasserlöslich, sie kann aber durch Kaliumbichromat fixiert werden. Diese in vitro sich abspielenden Prozesse hat Fischer auch am histologischen Präparat studiert und die makroskopischen Tatsachen bestätigt gefunden. Er geht so vor, daß er die alkoholfixierten Präparate in Paraffin einbettet, die Schnitte durch Xylol und Alkohol direkt, ohne abzuspülen, auf 10 bis 15 Min. in 10 % wässerige Tanninlösung bringt. Um das dem Objektträger anhaftende Tannin zu entfernen, wird in 1 % Lösung von Kaliumbichromat abgespült. Das Glykogentannin des Präparates wird mit 10 % Kaliumbichromatlösung 10 bis 15 Min. fixiert und schließlich zur Darstellung gebracht durch Färbung mit Safraninanilinwasser (10 Min.). Dann wird mit Wasser abgespült und schnell durch Alkohol und Xylol in Canadabalsam übergeführt. Die Färbung soll durchaus elektiv und haltbar sein. Statt Safranin sollen auch andere basische Farbstoffe wie Anilin-

wassergentiana, wäßriges Methylenblau, Jodgrün, Bismarckbraun verwendbar sein, saure jedoch nicht. Mit dieser Reaktion habe ich positive Erfolge erzielt.

7. *Kan Kato* (13, S. 125 ff.) hat, angeregt durch die gegensätzlichen Ergebnisse, die die qualitativ-chemische Untersuchung und die histologische Darstellung zeigten, eine neue Jodmethode ausgearbeitet, bei der das Jod in statu nascendi zur Wirkung kommen soll. Er hat gefunden, daß die mikrochemische Reaktion durch einen das Jod fest bindenden Körper verhindert wird. (Es handelt sich bei seinen Untersuchungen stets um das Eierstocksglykogen des Frosches, das auf dem qualitativ-chemischen Wege sehr deutlich nachweisbar war und rein dargestellt sich auch mit Jod deutlich braun färben ließ, histologisch negativ aber war das Ergebnis mit der Ehrlichschen Jodgummilösung, Jodjodkalilösung [1 J, 3 JK, 500 aqua dest.] und dem Barfurthschen Jodglyzerin.) Er bemerkte, daß bei Verletzungen des Gewebes an der verletzten Stelle die Jodreaktion eintrat und benutzte das Gefriermikrotom dazu, kleine Strukturverletzungen hervorzurufen. (Er beruft sich dabei auf Solger, Gefriermethoden, Encyklopädie der mikroskopischen Technik, 1903, S. 418.) Er stellte an den Gefrierschnitten die Jodreaktion nach den früheren Methoden an und fand rotbraun gefärbtes Glykogen; nach seiner Jodjodkalium-Ferricyankaliummethode ließ sich noch bedeutend mehr Glykogen nachweisen. Seine Reaktion stellt er folgendermaßen an: Er benutzt vorzugsweise Celloidinschnitte (auch Gefrierschnitte, schlecht sind die Erfolge bei Paraffinschnitten). Die Schnitte werden auf den Objektträger gelegt und daneben ein Tropfen Wasser gebracht, das 20 % Alkohol enthält. Mit einer nicht metallnen Pinzette wird ein Cyankaliumkristall in dem Tropfen bis zur Grünfärbung bewegt. Dann werden einige Jodkaliumkristalle in den Tropfen gebracht; es scheidet sich Jod ab, kenntlich an der Braunfärbung. Jetzt läßt man das Wasser über den Schnitt fließen und kann unter dem Mikroskop den Eintritt der Reaktion verfolgen. Die Flüssigkeit wird nach erfolgter Reaktion mit Fließpapier abgesaugt und zum Schlusse das Präparat in Lävulose- oder Achroodextrinsirup eingeschlossen. Bei Anwendung dieser Reaktion konstatierte ich folgendes: Nimmt man weniger Alkohol als 20 %, so erhält man eine bedeutend vermehrte Jodabscheidung und -färbung. Da das Celloidin (nach *Bests* [4] Angaben) die Lösung des Glykogens in Wasser verhütet, kann man unbedenklich an solchen Schnitten den Alkoholzusatz weglassen. Die Haltbarkeit der Jodfärbung ist sowieso gering, sodaß man stets nur andere, vor allem nach Best gefärbte Präparate aufheben wird, um nach diesen die Befunde in allen Feinheiten zu beschreiben. — Die beste Reaktion habe ich mit Jodräucherung bekommen, die Färbung nach Barfurth, Langhans und Kan Kato waren an Intensität ungefähr gleich.

Neben den verschiedenen Methoden der Jodreaktion ist neuerdings die färberische Darstellung sehr weitgehend angewandt worden. Es sind auch verschiedene Farbstoffe verwandt worden. Von den meisten Autoren ist die Karminfärbung nach *Best* (4) als die beste und, was Feinheit und Klarheit der Bilder betrifft, die sicherste anerkannt worden.

Aus der verschiedenen Löslichkeit und dem verschiedenen Verhalten der Trägersubstanz geht hervor, daß nicht alle Färbemethoden bei ein und

demselben Präparat gleich gute Resultate ergeben können. Theoretisch müßte das ja möglich sein, aber schon aus den verschiedenen Schwierigkeiten der Jodmethode ergibt sich, daß man auch mit Schwierigkeiten bei den Färbemethoden zu kämpfen hat.

8. *Lubarsch* (7) sagt, daß Bests Verfahren alle übrigen an Sicherheit übertrifft. Der Wunsch, das Glykogen färberisch darzustellen, ist aus dem Bedürfnis entsprungen, haltbare mikroskopische Präparate zu besitzen, alle Einzelheiten der Zellstruktur sowie der Glykogenanordnung und -form durch verschiedenes Färben deutlich erkennen zu können (Kernfärbung, Glykogenfärbung) und dabei in allen Einzelheiten aufgehellte Präparate zu erzielen. Lubarsch hat zwei Methoden vorgeschlagen:

1. Die in Alkohol gehärteten Präparate müssen in Paraffin eingebettet sein, da die einzelnen Prozeduren nur dann rasch genug vorgenommen werden können. Die Kerne werden mit Mayers Karmin vorgefärbt, es ist mit salzsaurem Alkohol zu differenzieren und in Alcoh. absol. abzuspülen. Dann wird 1 bis 2 Min. mit starkem Anilinwassergentianaviolett gefärbt, kurz in Wasser abgespült und 5 bis 10 Sek. in Gramscher Lösung gelassen. Nach Abtrocknen mit Fließpapier wird entwässert und in Anilinölxylol (2:1) differenziert. Ueber Xylol in Canadabalsam.

2. Die andere Art der Glykogenfärbung beruht auf einer Vereinigung der Haematoxylinfärbung mit der Jodreaktion (Best [3] sagt, daß reines Glykogen sich mit Haematoxylin färbt, sogar eine geringe Entfärbung mit Salzsäure-Alkohol verträgt). Lubarsch verfährt folgendermaßen: Delafields Haematoxylin 10 ccm, Gramsche Lösung 10 ccm, Aqua dest. 5,0 ccm (filtriert und im Dunkeln aufbewahrt) bilden das Jodhaematoxylin. Damit wird 5 Min. gefärbt, dann in Alkohol entwässert und in Canadabalsam eingebettet. Lubarsch gibt selbst an, daß seine Methode nicht alles Glykogen aufdeckt und bei leichtlöslichem Glykogen versagt; besonders werde die Struktur des Glykogens innerhalb der Zelle verändert. Auch *Gierke* (11, S. 874) schreibt, die Methode versage häufig.

9. *P. Mayer* (16) berichtet über eine Glykogenfärbung von Vastarini-Cresi*), die im wesentlichen auf der Anwendung von Weigerts Elastin (Resorcin-Fuchsin) oder von alkoholischem Kresofuchsin beruht. In Anbetracht dessen, daß Weigerts Resorcin-Fuchsin spezifisch elastische Fasern färbt, ist insofern von einer spezifischen Färbung des Glykogens nicht die Rede. Mayer gibt seine Methode wie folgt an: Bei dem Bestreben, eine Kernfärbung in der von Silbermann und Ozorovitz**) angegebenen Tinte zu finden, bemerkte er, daß sich dabei das Glykogen nahezu elektiv färbte. Nach Mayers Angaben kann man sich die Tinte leicht herstellen: Acid. galic. 0,7 g werden in 5 ccm Aqua dest. gelöst. Dazu kommt Liqu. ferri sesquichlorati 1,5 ccm; hat man gut gemischt (oder gut durchgeschüttelt), gibt man 1 ccm Ammoniak hinzu und füllt 50 % igen Alkohol bis zu 100 ccm auf. Es sollen Paraffinschnitte verwendet werden.

*) *Vastarini-Cresi:* I. Uno nuovo metodo di colorazione del glicogeno nei tessuti. II. Ulteriori ricerche un nuovo metodo di colorazione del glicogeno nei tessuti.

**) *Silbermann-Ozorovitz:* Zur Kenntn. d. Eisengallustinten. Bull. Soc. Sc. Bukarest. Anul. XVII, 1908, p. 4357.

Mayer gesteht selbst, daß bei Anwendung seiner Methode geringe Mengen Glykogen unaufgedeckt bleiben. Zum Vergleich mit anderen Methoden und wenn es darauf ankommt, Glykogen verschieden darzustellen, ist die Tinte wertvoll. Aber da die schwarzgefärbten Glykogenkörner und -schollen weniger deutliche und präzise Einzelheiten erkennen lassen, so ist sie wohl zur Erforschung von Strukturdetails nicht vorteilhaft verwendbar.

Ich habe mit der Tinte positive Resultate nicht erzielt; vielleicht liegt die Schwierigkeit dieser Methode und die Ursache des Mißlingens meiner Versuche mit derselben hier, wie auch bei der Jodmethode an der Bindung an die Trägersubstanz, die jedenfalls manchen Farben und Reagentien Widerstand leistet.

10. Da ich bei genauer Befolgung der einfachen Vorschriften, wie sie *Best* (4) gibt, zu sehr guten Resultaten, was Schönheit, Klarheit und Durchsichtigkeit der Bilder anlangt, gekommen bin, habe ich diese Färbung besonders angewandt und kann sie auch, wie die meisten, die nach Bests Angaben gearbeitet haben, empfehlen. Ich bin in folgender Art verfahren: Von der soeben getöteten Katze schneide ich den Magen und Dünndarm heraus und entnehme aus Fundus-, Pylorus- und Duodenaldrüsenregion das Material meiner Präparate. Erforderlich ist Fixierung in Alcoh. absol. 3 Tage lang bei täglichem Wechseln der Flüssigkeit. Ueberführen in Aether-Alkohol auf 24 bis 48 Stunden, in dünnes Celloidin 4 bis 5 Tage, Einbetten in dickes Celloidin. Best macht auf die günstigen, das Glykogen konservierenden Eigenschaften des Celloidins aufmerksam. Er hat gefunden, daß reines Glykogen in Celloidin eingeschlossen, tagelang in Wasser liegen kann, ohne daß auch nur ein Teil davon in Lösung ginge. Diese Entdeckung ist natürlich für eine schöne, differenzierende Färbung sehr wertvoll. Best stellt sich eine Farbstammlösung her: Karmin 2,0 g, Kalium carbonicum 1,0 g, Kalium chloratum (Chlorkalium, nicht aber Kalium chloricum) 5,0 g, Aqua dest. 60,0 g werden 2 bis 5 Min. gekocht, aufschäumen lassen genügt auch schon. Nach dem Erkalten wird Liquor ammon. caust. 20,0 g zugesetzt. Diese Stammlösung, die nicht zu filtrieren ist, hält sich, im Dunkeln und bei Zimmertemperatur aufbewahrt, 3 Wochen im Sommer und 8 Wochen im Winter; sie ist leicht und schnell herzustellen und sofort brauchbar. Frühere Angaben über die Lithium-Karminlösung sind durch diese neuen Zubereitungsvorschriften verbessert worden. Die Vorteile bestehen in der sofortigen Verwendbarkeit und längeren Haltbarkeit der Kalium-Karminlösung gegenüber dem mehrtägigen Reifungsprozeß und der geringeren Haltbarkeit der Lithium-Karminlösung.

Die Färbung wird so vorgenommen: Die Schnitte werden aus dem Alkohol (worin aufbewahrt) in Aqua dest. gebracht (1 bis 2 Min.). Zur Kernfärbung verwende ich frisch filtriertes Delafieldsches Haematoxylin (5 Min.); abspülen in Wasser, differenzieren in 1 %igem Salzsäurealkohol (70 bis 80 %), bis das Celloidin hellrosa geworden ist (3 bis 5 Min.). Nun werden die Schnitte in die Farblösung gebracht, sie besteht aus frisch filtrierter Karminstammlösung 2,0 ccm, Liquor ammon. caust. 3,0 ccm, Methylalkohol 3,0 ccm. Best verlangt 5 Minuten langes Färben, ich schlage 15 Minuten vor, weil man da mit Sicherheit alles Glykogen dargestellt hat. Dann wird differenziert in Alcohol absol. 80,0 ccm, Methylalkohol 40,0 ccm,

Aqua dest. 100,0 ccm, 1 bis 3 bis 5 Minuten lang, bis die gewechselte Differenzierungsflüssigkeit klar bleibt. Man nimmt am besten drei Gefäße und beläßt die Schnitte in jedem derselben 2 Minuten. Längeres Verweilen darin schadet nicht. Dann wird entwässert in 80, 90, 96 % Alkohol, in Origanumöl übergeführt und in Canadabalsam eingedeckt.

Zum Nachweis der Identität des Glykogens genügt es nicht, es nach einer Methode darzustellen, sondern man muß es mit mehreren nachweisen können. Theoretisch müßte ja jede Reaktion oder Färbung positiv sein. Wenn man aber an die verschiedene Stärke der Bindung des Glykogens in der Zelle denkt, so wird es erklärlich, daß praktisch nicht mit jeder Methode ein positives Ergebnis zu erzielen ist. Man denke nur daran, daß Kan Kato besonders darauf aufmerksam macht, daß sich oft ein das Jod fest bindender Körper in den Zellen vorfindet, durch den der so wichtige Jodnachweis gestört wird. Die Trägersubstanz Ehrlichs ist ja in dieser Hinsicht der Gegenstand vielseitiger Untersuchungen gewesen. Manche Forscher (10, 17) sprechen von einer chemischen Verbindung, andere (14, 16) von einer physikalischen Bindung.

So wie es Eiweißsubstanzen gibt, die in sich Kohlehydratmoleküle enthalten, so ist natürlich auch denkbar, daß Glykogen mit Eiweiß verbunden in der Zelle vorkommt. Es ist ja im Organismus das Glykogen gar nicht anders, als mit Eiweiß in Verbindung vorkommend zu denken. Da es normalerweise im Blute und in den Gewebsäften vorkommt und in reinem Zustande positiv chemotaktisch, haemolytisch und eitererregend wirkt, so kann es nur in isotonischer Lösung, d. h. an Eiweiß gebunden, vorkommen.

Saake (19) vermutet, daß die Bindung des Glykogens an Eiweiß eine ganz ähnliche Erscheinung ist, wie die Bindung des Haemoglobins an die Erythrocyten.

Es ist die Ansicht ausgesprochen worden, daß das Glykogen erst dann als positiv nachgewiesen angesehen werden darf, wenn außer der Jodfärbung der Abbau durch Speichel gelingt. Für den qualitativ analytischen Nachweis steht fest, daß Glykogen ein Kohlehydrat ist, das bei Einwirkung von verdünnten Säuren, Speichel und Diastase (der Leber oder des Pankreas) sich in Traubenzucker umwandelt. Dieser Prozeß kann auch im mikroskopischen Schnitt ablaufen und an ihm beobachtet werden. Die Einbettung in Celloidin vermag zwar die Wasserlöslichkeit zu verhüten, setzt aber der Einwirkung des Speichels keinen Widerstand entgegen. Bei meinen Untersuchungen ist es mir gelungen, durch Speichel eine Entfärbung der rotgefärbten Teile des Präparates herbeizuführen. Noch gründlicher trat die Entfärbung ein bei Zusatz stark verdünnter Salzsäure. Um aber sicher zu sein, daß die Entfärbung nicht auf einer Zersetzung des Farbstoffes als solchen beruht, sondern auf dem Abbau des färbbaren Glykogens zum nichtfärbbaren Traubenzucker, stellte ich folgenden Vergleichsversuch an: Ich setzte zu 10 ccm Wasser, zu 10 ccm filtrierten Speichels und zu 10 ccm salzsäurehaltigen Wassers (wie ich es oben als verdünnte Salzsäure verwendete) die gleiche Menge Karminfarblösung (einige Tropfen). Dabei konstatierte ich, daß die Farbe weder im Speichel, noch in der Salzsäurelösung, noch im Wasser verschwand, sondern jedesmal

auch auf viele Stunden hin unverändert gleich blieb; nur die Farbnuancen des Karmins zeigten ganz geringe Verschiedenheiten. Bei Präparaten, die mit Speichel vor der Färbung einige Stunden im Brutofen behandelt wurden, konstatierte ich, daß das Glykogen zuweilen noch nicht völlig gelöst war, die Färbung also trotzdem noch gelang. Das deckt sich mit den Angaben Arnolds. Best, Gierke u. a. geben allerdings an, daß die Jod- und Speichelmethode völlig versagten, es sich also nicht um Glykogen handeln könne. Wenn man aber die Form und Lagerung der gefärbten Substanz beachtet und ferner bedenkt, daß von allen Autoren darauf aufmerksam gemacht wird, man dürfe vom negativen Ausfall einiger besonderen Methoden nicht auf Abwesenheit des Glykogens schließen, so muß man trotz der abweichenden Angaben einiger Autoren zu dem Schlusse kommen, daß bei positivem Ergebnis der Jod- und Speichelmethode tatsächlich Glykogen vorliegt.

Fixierung. Von fast allen Autoren ist darauf aufmerksam gemacht worden (Schiele, Ehrlich, Barfurth, Simon, Kato, Gierke, Fichera etc.), daß in der lebenden Zelle die Form des Glykogens eine andere sei, als in der fixierten; durch Jodräucherung der lebenden Zelle am Deckglas wurde festgestellt, daß die Verteilung des Glykogens intra vitam die diffuse ist. Erst durch die Einwirkung der Fixationsflüssigkeiten kommt die Ablagerung in Schollen- und anderer Form zustande. Demgegenüber hat jedoch *Gierke* (12) gezeigt, daß auch in frischen Zellen Glykogen in körniger Beschaffenheit vorkommen kann. *Simon* (21) hat durch besondere Versuchsanordnung dargetan, daß die Ablagerung des Glykogens an einer Zellpartie als Flucht vor dem Alkohol anzusehen sei. Er hat diese Verlagerung des Glykogens im jodgefärbten lebenden Präparat bei Zusatz von Alkohol unter dem Mikroskop verfolgen können. *Schiele* (20) nahm dagegen an, daß das Glykogen infolge des Schwergewichts an die jeweils tiefste Zellseite sinke. Durch Fixation von Gewebsstücken, die in stereometrischen Figuren geschnitten waren, hat *Fichera* (8) die Fällung und Niederschlagung des Glykogens entsprechend dem Diffusionsstrome nachgewiesen. *Gierke* (12) hat bemerkt, daß diese Arten der Fällung bei nicht lebensfrischer Fixierung und bei vorheriger Anwendung wäßriger Fixantien eintreten. Von *Gierke* und *Lubarsch* (15) ist darauf aufmerksam gemacht worden, daß man bei rascher Fixierung in Alcoh. absol. das Glykogen am ehesten an Ort und Stelle in der natürlichen Form erhalte. Nur wenn man zuvor in einer wäßrigen Lösung (Sublimat, Formalin) vorfixiere und nachher mit Alkohol weiterfixiere, treibe der Alkohol das durch die wäßrigen Fixantien in der Zelle gelöste Glykogen mit dem Diffusionsstrome vor sich her und schlage es an einer Seite jeder Zelle nieder. Das gelöste Glykogen wird also wieder gefällt. Diese Theorie stützt sich auf die von *Best* (3) gegebene Mitteilung, daß die Zellwände für das Glykogen ein undurchdringliches Hindernis darbieten; erst die Verletzung der Zelle durch das Mikrotommesser gestattete dem Glykogen den Austritt aus der Zelle. Er hat beobachtet, daß das Glykogen in Halbmondform an eine Zellwand gedrängt ist und niemals außerhalb der Zellen im Gewebe oder Gewebssafte gefunden wird. Dabei hat Best stets mit Formalin fixiert.

Auf Grund dieser Angaben habe ich vorzugsweise die sofortige Fixation mit Alcoh. absol. angewandt und kann bestätigen, daß das Glykogen

niemals von der freien Zellseite weg und in zentripetaler Richtung nach dem Innern des Präparates zu gedrängt worden ist, wie das unter dem Mikroskop bei gefärbten Schnitten beobachtet wurde (Simon). Eine Schrumpfung am Rande der Präparate, wie sie *Gierke* (12) beobachtet hat, ist bei meinen Präparaten, wenigstens an den Epithelien, nicht eingetreten.

Angeregt durch Untersuchungen physiologischer Art, die die Beziehungen zwischen Glykogen und Fett klarlegen sollten, hat *Zieglwallner* (23) Fixationsmethoden vorgeschlagen, die es gestatten, Fett und Glykogen gleichzeitig zu fixieren und dann in der fixierten Zelle darzustellen. Nach mehreren Versuchen hat er einzelne Methoden genau angegeben, nach denen auch ich Präparate fixierte. Die Darstellung des Fettes geschieht durch Osmiumsäure in verschiedenen Lösungen. So verwandte ich folgende zwei Lösungen:

1. 1 % Chromsäurelösung in 84 % Alkohol 15 p
   2 % Osmiumsäurelösung 4 p
   Eisessig 1 p.

Die Lösung ist jedesmal frisch herzustellen. Die Fixationsdauer beträgt 24 bis 48 Stunden. Darnach wird in steigendem Alkohol von 50 % anfangend weiterfixiert. Dem 70 % igen Alkohol soll man einen kleinen Na_2 S-Kristall zusetzen, damit das Osmiummetall im Fett in sein Sulfid übergeführt wird, das haltbarer ist.

2. Trichlormilchsäure in Substanz 9 p
   2 % Osmiumsäure 24 p
   Eisessig 9 p
   Aqua destillata 58 p.

Das Gemisch wird mit Traubenzucker gesättigt; es soll 10 bis 12 Stunden fixiert werden. Darnach soll, wie oben, in Alkohol von 50 % beginnend weitergehärtet werden.

Da aber die Schwärzung durch Osmiumsäure den Ueberblick und die Klarheit der Bilder beeinträchtigt, habe ich diese Fixationsmethoden nur zur Nebenkontrolle angewandt. Die Angaben Zieglwallners, das Glykogen solle sich genau in der gleichen Form und Lagerung in der Zelle vorfinden, wie bei guten Alkoholpräparaten, habe ich bestätigt gefunden. In dieser Beziehung entsprechen die Bilder bei der Fixierung nach Zieglwallner genau denen bei Alkoholfixation. Da aber von *Weiß* (22) nachgewiesen worden ist, daß die Magenepithelien bei Tieren im Alter über 4 Monate nicht mehr Fettkörnchen enthalten, haben an sich diese Methoden der Fixierung nicht den Wert, wie z. B. bei den Glykogenfunden in der Leber etc. Außerdem scheint die Menge des gefärbten Glykogens geringer zu sein, als bei Alkoholfixation.

Literatur.

Schiele, auf den sich *Simon* in seiner Dissertation bezieht, hat als erster systematisch das Vorkommen des Glykogens in Epithelien geprüft, darum beginne ich meine Angaben mit dessen Dissertation.

Schiele (20) geht aus von der Entdeckung und dem rein chemischen Nachweis des Glykogens durch *Claude Bernard* im Jahre 1856. In einem kurzen geschichtlichen Ueberblick berichtet er folgendes: *Claude Bernard* habe gezeigt, daß das Glykogen normalerweise in den Zotten des Chorions und in den embryonalen Geweben, wie in der Lunge, den Knorpeln, der Epidermis und in den Muskeln vorkomme, und dargetan, daß die embryonalen Zellen des bebrüteten Hühnereies glykogenhaltig seien. *Hoppe-Seiler* habe es in neugebildeten pathologischen Geweben und in den Lungen bei einigen Fällen von Pneumonie und Phthisis nachgewiesen. *Schiele* selbst erwähnt noch das Vorkommen des Glykogens in der Leber der Säugetiere, Vögel, Fische, Reptilien, Mollusken und Crustaceen, ferner die Anhäufung von Glykogen im ruhenden Muskel, sowie bei einigen Tieren im Winterschlaf. Dann berichtet *Schiele* über den mikrochemischen Nachweis in der Leber und Plazenta des Kaninchens, in den Knorpeln des Menschen, in den Zellen der Chorda dorsalis bei menschlichen Embryonen, Petromyzon und Rana. *Ranvier* erwähne als Glykogenreaktion mit Jod die Mahagonibraun-Färbung in den Cancroiden, Muskeln und Epidermiszellen des menschlichen Embryos, wie auch in den Epithelien tierischer Embryonen. *Bock* und *Hoffmann* hätten den mikrochemischen Nachweis des Glykogens geliefert und nachgewiesen, daß „das Glykogen sich in Form einer amorphen, zwischen den hellen Körnchen des Zellinhaltes eingelagerten Masse darstelle, die bei Anwendung von sehr verdünnten Jodjodkaliumlösungen sich dunkelbraun färbe". Wie *Ranvier,* so habe auch *Neumann* die Braunfärbung dieser Zellen auf die Anwesenheit von Glykogen bezogen und

bezeichne das Glykogen als eine Substanz von homogener, hyaliner Beschaffenheit und höchstwahrscheinlich zähflüssiger Konsistenz. Nach *Neumann* nehme das Glykogen entweder nur einzelne Teile der Zelle ein oder sei diffus über die ganze Zelle verbreitet. *Cl. Bernard* habe als erster das Glykogen in der Plazenta des Kaninchens nachgewiesen. *Godet* wiederum habe zuerst den ausführlichen mikrochemischen Nachweis des Glykogens geliefert. Nach *Godet* sei die Konsistenz fest, die Form sei meist die mehr oder weniger scharf markierter Halbmonde. Am Rande der Zelle liege die Konvexität. Auch Tropfenform komme vor. Was *Cl. Bernard* makroskopisch dargetan habe, nämlich daß die Jodfärbung beim Erwärmen verschwinde und beim Erkalten wiederkehre, habe *Godet* auch am mikroskopischen Präparate bestätigt gefunden. Zum Schlusse seines Berichtes über das bis dahin Bekannte im Verhalten und Vorkommen des Glykogens gibt *Schiele* zwei Beobachtungen von *Langhans* (pathol. Institut Universität Bern) wieder, die sich auf das Vorkommen von Glykogen in einem krebsig entarteten Leistenhoden und einer Excreszenz der weiblichen Harnröhre beziehen.

Dann berichtet *Schiele* die Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen, die er über das Vorkommen des Glykogens in den geschichteten Pflasterepithelien normaler Schleimhäute und in pathologischen Geweben resp. Cancroiden angestellt hat. Mit *Neumann* hält er das Glykogen für eine „homogene, hyalin glänzende Masse von höchstwahrscheinlich zähflüssiger Konsistenz". Vom Fett unterscheidet sich das Glykogen durch geringeres Lichtbrechungsvermögen, weniger dunkelrandige Konturen, matteren Glanz und zähflüssigere Konsistenz. Bemerkenswert sind die Angaben über das Vorhandensein des Glykogens in normalen Schleimhäuten; er hat es gefunden in denen der Lippe, Mundhöhle, Zunge, Rachenhöhle, Speiseröhre, Vagina, Portio vaginalis uteri und bei Neugeborenen in der des Canalis cervicis uteri. „Also überall da, wo ein stark geschichtetes Pflasterepithel existiert; ein mäßig geschichtetes, wie z. B. das der Cornea oder auch ein noch schwächer geschichtetes, wie das der Harnwerkzeuge, zeigt keine Spur von Reaktion. Das sogenannte Uebergangsepithel oder das Zylinderepithel, sei dieses ein einfaches oder flimmerndes, schließt von vornherein die Anwesenheit des Glykogens aus." In diesen zwei Sätzen hat *Schiele* die Gesamtergebnisse seiner Untersuchungen dokumentiert.

Als häufigste Erscheinungsformen beschreibt *Schiele* die Halbmonde und die Tropfen. Wesentlich für die Verteilung des Glykogens in den einzelnen Epithelialschichten ist nach *Schiele* der Tatbestand, daß die mittleren Lagen des geschichteten Epithels am glykogenreichsten sind. Zuweilen enthalten aber auch die obersten Schichten die größten Mengen Glykogen. Dann konstatiert *Schiele* die Tatsache, daß bei jungen Individuen, besonders bei Neugeborenen, die Menge des Glykogens beträchtlicher sei, als bei Erwachsenen. Er hat im Canalis cervicalis uteri zweier Neugeborenen viel Glykogen gefunden; und je weiter man nach dem Körper des Uterus hinkommt, um so geringer wird der Glykogengehalt. Bei Erwachsenen hat *Schiele* im Cervicalkanal Glykogen nicht nachweisen können. Diese Befunde stimmen, wie er hervorhebt, damit überein, daß bei jugendlichen Individuen der Cervicalkanal geschichtetes Pflasterepithel trägt, während bei Erwachsenen der ganze Cervicalkanal, fast bis an das Orificium uteri externum hin, mit Zylinderepithel ausgekleidet ist. In den übrigen, bisher nicht erwähnten Schleimhäuten mit geschichtetem Pflasterepithel, sowie in der äußeren Haut konnte *Schiele* Glykogen nicht nachweisen. Von der Epithelzelle hebt *Schiele* hervor, daß am Zellkern nirgends irgendwelche Reaktion vorhanden war; die Zellmembran sei durch die Färbung der Glykogensubstanz deutlich sichtbar. Wenn man von der Vorbuchtung entsprechend dem Sitze der Glykogenmasse absieht, war die Form der Zelle unverändert. *Schiele* spricht dann über das Auftreten des Glykogens bei den verschiedenen Arten von Cancroiden und erwähnt zum Schlusse das Verschwinden des Glykogens aus den Schleimhäuten bei schlechter Ernährung. Doch geschieht das nicht in allen Schleimhäuten desselben Tieres gleichmäßig.

Ueber den Glykogengehalt des Darmtraktus berichtet *Cramer* (5), daß *Cl. Bernard* und *Barfurth* histologisch Glykogen im Darmepithel von Embryonen — allerdings nur während einer gewissen Zeit des fötalen Lebens — gefunden hätten. *Brücke* habe es in der Muskulatur des Schweinemagens gefunden. *Cramer* selbst beschäftigte sich mit dem chemischen Nachweis des Glykogens im Darm zweier Neugeborenen und gibt dabei die genauen Zahlen nach Gewicht und Prozent an. Allerdings kann man daraus nicht ersehen, wieviel des Glykogens der Muskulatur und wieviel den Drüsen entstammt.

Nach *Simons* (21) eigenen Angaben befaßt sich seine Arbeit mit der Nachuntersuchung resp. Richtigstellung der *Schiele*schen Darstellung. Er erwähnt zunächst über das histologische Verhalten des Glykogens das, was in der Literatur darüber berichtet ist, und zwar erstrecken sich seine literarischen Angaben auf die Arbeiten von 1880 *(Schiele)* ab: *Ehrlich* habe als erster darauf aufmerksam gemacht, daß das Glykogen nicht absolut rein, sondern mit einer Trägersubstanz „solidarisch vereinigt" in der Zelle vorhanden sei. Er habe Glykogen gefunden an Niere, Herzmuskel und Lunge von Diabetikern, bei kruppöser Pneumonie in der Lunge und im Blute als Bestandteil der Leukozyten. Neu gefunden habe *Ehrlich* das Glykogen im Nierenbecken, resp. in den Anfängen der Sammelkanäle in den Nieren der Wirbeltiere. Nie habe er es nachgewiesen in den Lymphknoten, der Milz, im roten Knochenmark und im Pankreas. *Pavy* jedoch will es in Milz, Niere und Pankreas gefunden haben. Wie *Cl. Bernard* habe auch *Barfurth* gefunden, daß in zeitigen Entwicklungsperioden in der Leber von Wirbeltierembryonen nicht die geringste Menge Glykogen vorkommt, wiewohl es andere Gewebe desselben Individuums in reichen Mengen enthalten. In den Magen- und Darmdrüsen habe *Bernard* nie Glykogen gefunden, jedoch sowohl in der interfibrillären Kittsubstanz, wie in den Fibrillen der Muskulatur. Vom Glykogen der Knorpel berichtet *Bernard,* es sei ihm die Extraktion nicht gelungen. Bei geschichteten Epithelien habe er, genau wie *Schiele,* besonders die mittleren Zellagen glykogenhaltig gefunden. Ein entsprechender Befund sei der, daß die äußere Wurzelscheide kräftig wachsender Haare Glykogen in reichem Maße enthält. Aus der Arbeit von *Langhans* entnimmt *Simon* als Wesentlichstes das Auftreten des Glykogens in den menschlichen Eihäuten.

Bei seinen eigenen Untersuchungen kommt *Simon* zu folgenden Ergebnissen:

1. Wie *Neumann, Schiele* u. a. hält er das Glykogen für zähflüssig, meint aber, daß damit der Charakter des Glykogens nicht erschöpfend definiert sei.

2. Er bestätigt die mahagonibraune bis weinrote Färbung bei Zusatz von Jod, die aber nur einwandfrei bei dünnen Schnitten als genauer Nachweis zu verwenden sei. Er hat übrigens den Nachweis stets doppelt geführt, insofern, als er das Schleimhautepithel erst frisch im Abstrichpräparat und dann

erst in fixierten, eingebetteten Schnitten untersuchte. Bemerken will ich noch seine „makroskopische Jodreaktion auf Glykogen", die er so anstellte, daß er ein Stück Schleimhaut in alkoholische Jodlösung legte und tags darauf die ganze Schleimhautoberfläche braungefärbt fand. Das gelang aber nur bei reichem Glykogengehalt.

3. Außer in den Lippen, der Mundhöhle, der Zunge, dem Rachen, der Speiseröhre, Vagina, Portio vaginalis uteri, wie *Schiele,* fand er es noch im Epithel der wahren Stimmbänder, im Canalis cervicis uteri der Frau, in der Urethra, in der Blase.

4. Er beschreibt die Form des Glykogens, wie es sich ihm bei der Färbung der frischen unfixierten Zelle im Abstrichpräparat dargeboten hat, und läßt später die Wirkung des Alkohols als Fällungs- und Fixierungsmittel folgen. Bei frischen Abstrichpräparaten fand er, daß der Kern sich deutlich von der terrakottafarbenen bis rostbraunen Glykogensubstanz abhob, selbst also glykogenfrei ist. Kleine Körnchen und Tröpfchen sind's, die die Glykogenmasse bilden. Es ist stets nur in der Zelle anzutreffen; in frischen Zellen kommt nie die Halbmondform vor, sie ist eine Folge der Fixierung mit Alkohol, also ein Kunstprodukt.

5. Im Gegensatz zu *Schiele,* der das Glykogen vorherrschend in den mittleren Schichten der Pflasterepithellagen fand, hat *Simon* das Glykogen vorwiegend in den oberen Schichten (also an der freien Oberfläche) der Schleimhäute angetroffen. Nur in der Vagina konnte er es einigemale in den mittleren Schichten vorherrschend nachweisen. Das deckt sich auch mit seinen Resultaten der „makroskopischen Jodreaktion". Sonst zeigten die obersten Epithellagen die intensivste Braunfärbung, die nach der Tiefe zu allmählich abnimmt, dabei ist aber eine deutliche Abgrenzung wahrzunehmen.

Schließlich erklärt *Simon* das Zustandekommen der Halbmondformen (für deren Entstehen *Schiele* das Herabsinken infolge der Schwere annahm) als Flucht vor dem Alkohol und hat dies durch folgende Untersuchungen erhärtet. Auf das jodgebräunte Abstrichpräparat hat er von einem Rande des Deckglases her Alcoh. absolut. einwirken lassen und unter dem Mikroskop beobachtet, wie sich in den bisher gleichmäßig braungefärbten Zellen kreissektorähnliche bis halbmondförmige, dunkelbraune Schollen derjenigen Zellseite innig anlegten, die der Stelle der Alkoholeinwirkung gegenüberlag. Ebenso sammelte sich das

Glykogen nach dem Zentrum der Zelle, wenn der Alkohol rings von allen Seiten einwirken konnte. Als letzten Punkt erwähnt *Simon,* daß der Glykogengehalt der Schleimhäute nicht vom Ernährungszustand abhängig ist, wie das für die Leber gilt, sondern er hat zuweilen bei recht stark abgemagerten Individuen sehr hohen Glykogengehalt der Schleimhäute festgestellt, andere Male wieder nur spurenweise Glykogen nachgewiesen.

Pflüger (18), der besonders eingehend die biologische und chemische Seite des Glykogens behandelt hat, bringt im Kapitel über die Verbreitung des Glykogens im Tierreiche eine große Uebersicht über die in der Literatur vermerkten Daten. Vom Glykogengehalt der Epithelien heißt es da, das Darmepithel der Wirbeltierembryonen sei glykogenhaltig. Magen und Darm erwachsener Tiere seien dagegen stets frei davon.

Interessant ist, was *Gierke* (12) schreibt: „Die Karminfärbung gewisser Abschnitte der Magendrüsen konnte ich beim Menschen, beim Kaninchen und der Maus bestätigen, während die Jodreaktion und die Speichelprobe völlig versagen. Es kann sich also hier nicht um Glykogen handeln. *Best* vermutet, daß es sich vielleicht um ein anderes Polysaccharid handelt, das im Pepsin nachgewiesen ist. Im Darm, an Schleim- oder Speicheldrüsen und im Pankreas tritt diese Reaktion nicht auf."

Diese Beobachtungen sind zum Teil richtig, denn auch *Arnold* schreibt, daß das Verhalten der rotgefärbten Substanz gegenüber dem Speichel wechselnd sei. Manchmal trete die Lösung in Speichel rasch ein, manchmal erfolge sie in wenigen Stunden, sie kann aber auch ausbleiben. Die *Arnold*schen Mitteilungen habe ich bei meinen Versuchen bestätigt gefunden.

Durch eigene Untersuchungen hat *Lubarsch* (15), gefunden, daß bei Embryonen Glykogen sich in den meisten Deckepithelien, den quergestreiften Muskelfasern und den Knorpeln, inkonstant bei vielen Drüsenepithelien und der glatten Muskulatur findet. Bei erwachsenen Tieren kommen als Stätten der Ablagerung Leber, Knorpel, Muskulatur und Plattenepithelien (also auch nur kutane Schleimhäute) in Frage. Das deckt sich wieder mit den Angaben *Schieles.*

Arnold (1) hat sich in Verbindung mit der Untersuchung über die Plasmosomenlehre mit der Glykogenlehre beschäftigt. Zur Darstellung des Glykogens verwandte er verschiedene Konservierungs- und Färbemethoden, schon aus dem Grunde,

weil man sich zur Erforschung feinerer Strukturen nicht mit einer Methode begnügen dürfe. Das Glykogen wies er mit den Jodmethoden, der *Mayer*schen Tinte und vor allem mit *Bests* Karmin nach. Seinen Mitteilungen schickt *Arnold* voraus, daß die Löslichkeit in Speichel beim Glykogen des Magens und Darmes denselben Verschiedenheiten unterworfen sei, wie in anderen Organen. Er untersuchte Magen und Darm von Frosch, Maus, Ratte, Katze und Hund.

Im Magen der Katze fand er Glykogen in wechselnder Menge und Anordnung. So lagert das Glykogen bald bloß im lumenseitigen Abschnitt (Grenzsaum), bald ist der ganze supranukleäre Raum gleichmäßig erfüllt; selten nimmt das Glykogen den ganzen verfügbaren Raum der Zelle ein, oder es findet sich lediglich in der Basis.

Die Epithelien des Grübchens enthalten entweder durchweg Glykogen, oder man findet es in ihnen nur teilweise. Aehnlich steht es mit den Epithelien des Drüsenkörpers. So nimmt der Glykogengehalt in der Richtung von der Epithelfläche des Magens nach dem Drüsengrunde (von oben nach unten sagt *Arnold)* ab, ein andermal ist's jedoch auch umgekehrt.

Sehr viel Glykogen traf *Arnold* in der Muskelschicht an (gemeint ist offenbar die Muscularis mucosae).

Im Darm enthielten die Epithelien der Zotten kein Glykogen, dagegen nahm der Inhalt der Becherzellen die Tinktion mit *Bests* Karmin deutlich an. Der Inhalt der Darmeigendrüsen tingierte sich oft gleichfalls intensiv rot, darunter lagen auch Granula. „Es ist allerdings möglich, daß sie zu gewissen Phasen der Sekretbildung in Becherzellen in Beziehung stehen."

Die Anordnung des Glykogens in den genannten Schleimhäuten der übrigen Tiere fand *Arnold* übereinstimmend mit diesen Befunden.

Die Tatsache, daß der Inhalt der Becherzellen die *Best*sche Karminfärbung annimmt, veranlaßte *Arnold* zu weiteren Untersuchungen hinsichtlich des Mucins. Er fand, daß die verschiedenen schleimigen Sekrete — normaler und pathologischer Herkunft — bald die Färbung annahmen, bald nicht auf *Bests* Karmin reagierten. *Arnold* bringt das in Zusammenhang mit dem bedeutenden Wechsel der chemischen Konstitution der Mucine und schließt aus dem Befunde, daß in den Magenepithelien gleichzeitig Glykogen und Mucin vorkommen, daß es

sich auch hier in den Becherzellen um eine Vermischung beider Substanzen handelt.

Das Auftreten des Glykogens im Magen führt *Arnold* auf Resorptionsvorgänge zurück. Gestützt auf literarische Angaben, daß im Magen Stärke verdaut wird, und auf die Beobachtung, daß die gleichen Zellteile (bei vitaler Färbung) bei der Glykogenablagerung, wie auch bei der Mucinbereitung tätig sind, kommt er zu dem Schlusse, daß das im Magenepithel und den Drüsen vorkommende Glykogen (als Monosaccharid offenbar) resorbiert und synthetisiert worden ist.

Speziellere Untersuchungen *Arnolds* (2), die das gleiche Ziel verfolgten, haben im Grunde die gleichen Ergebnisse geliefert. Der Hauptzweck seiner Arbeit ist der, das Wesen und das Verhältnis (die Rolle) der Plasmosomen, Granula und Fadenkörner zum Zellstoffwechsel klarzulegen und dabei kamen ihm die Untersuchungen über Glykogen zu Hilfe.

Er hat das Glykogen im menschlichen Magen an den gleichen Stellen der Zellen gefunden. Vornehmlich ist es an den lumenseitigen Partien abgelagert, doch nicht in allen Zellen gleichmäßig, da es bald in dichter Zusammenlagerung vorkommt, manchmal aber auch ganze Zellkomplexe freiläßt. Seltener sind in den paranukleären Abschnitten Glykogengranula vorzufinden. So hat *Arnold* das Glykogen im Epithel der Oberfläche und der Ausführungsgänge gefunden. Die Form ist stets granulär, wenn auch manchmal — besonders bei schwächerer Vergrößerung — infolge dichter Lagerung ein homogenes Aussehen vorgetäuscht wird. In den Epithelien der Drüsenkörper ist das Glykogen in verschiedener Weise abgelagert. Bald sind bloß die Zellen mit Glykogen versehen, die nach dem Lumen des Magens liegen, bald tragen die Epithelien des Drüsengrundes die reicheren Mengen. *Arnold* glaubt, daß hauptsächlich die Belegzellen das Glykogen führen, die Hauptzellen dagegen weniger beteiligt sind.

Im Darmkanal fand *Arnold* nirgends in Oberflächenepithelien Glykogengranula. Manche Drüsenzellen färbten sich hellrot, Granula waren aber dabei nicht zu entdecken. Zuweilen jedoch hatten einige tiefer gelegene Zellen eine granuläre Färbung angenommen.

Er vermutet, daß der Unterschied im Verhalten der Oberflächenepithelien von Magen und Darm auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sei. Manchmal wirke die schwierige Gewinnung

lebensfrischen menschlichen Materials ungünstig. Zum anderen spiele die Verschiedenheit in der Löslichkeit des Glykogens und die Bindung an die Trägersubstanz eine Rolle. Schließlich sprächen auch im Darme die schnelleren Resorptions- und Sekretionsvorgänge für geringere Aufspeicherungsmöglichkeit, als im Magen, wo alle assimilatorischen und dissimilatorischen Vorgänge in bedeutend beschränkterem Maße anzutreffen seien.

Eigene Untersuchungen.

Wie bereits in der Technik erwähnt wurde, wurden von mir im ganzen 8 Tiere untersucht, und zwar je 2 Katzen im Alter von 3 Tagen, 6 Wochen, 4 Monaten und über 1 Jahr, von denen jedesmal das eine der Tiere gleichen Alters 4 Stunden nach der letzten Fütterung, das andere 48 Stunden darnach getötet wurde. Bei meiner nachfolgenden Beschreibung werde ich die Befunde, wie sie sich mir darboten, bei jedem einzelnen Tiere wiedergeben, und zwar werde ich meine Beobachtungen an den Drüsen des Magens und Duodenums eines jeden Tieres so niederlegen, daß erst das gefütterte, dann das hungernde Tier gleichen Alters hinsichtlich des Glykogengehaltes Gegenstand meiner Schilderung ist. Ausgehend von der Tatsache, daß die Befunde an Glykogen in den Zellen der Magenoberflächenepithelien, der Magengrübchenepithelien, des interglandulären Gewebes, des Stratum granulosum und compactum, der Muscularis mucosae, der Submucosa, der Tunica muscularis und serosa sowohl im Fundus-, wie auch im Pylorusdrüsenabschnitt des Magens eines jeden Tieres dieselben waren, habe ich von einer Wiederholung der Schilderung dieser Befunde abgesehen und eine einmalige Schilderung für zweckmäßig erachtet. Entsprechend dem verschiedenen histologischen Aufbau der spezifischen Fundus- und Pylorusdrüsenzellelemente waren die Glykogenbefunde in ihnen gesondert nebeneinander darzustellen.

Es lassen sich natürlich bei dieser Art der Darlegung Wiederholungen nicht vermeiden, da ja bei der Schilderung der bei jedem Tiere erzielten Untersuchungsergebnisse immer wieder die gleichen Teile besprochen werden müssen. Es mag ferner hier bemerkt werden, daß ich unter geringen, mittelmäßigen und großen Mengen von Glykogen die verschieden starke Anhäufung von Glykogengranula verstehe, wie sie aus der Stärke der Färbung in ihren Abstufungen von hellrosa über einen mittleren Farbton bis zu starker Rötung erkenntlich ist.

Katze I.

1 Jahr alt, 4 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation: absoluter Alkohol. Färbung: Haematoxylin [Delafield], Bests Karmin.)

Magen: Ueber den Zellen des Oberflächenepithels im Fundus- und Pylorusdrüsenabschnitt lagert in dünner Schicht eine teils schwach, teils stärker tingierte homogene Masse. Die Zellen des Oberflächenepithels sind sehr hochzylindrisch und besitzen einen der Längsachse parallel gestellten großen, stäbchenförmigen Kern, der chromatinarm ist und im mittleren Drittel liegt. Die Basis bis zum basisseitigen Rande des Kernes der Oberflächenepithelzellen ist in den meisten Fällen ungefärbt und enthält nicht die geringste Spur von Glykogen. Nur in vereinzelten Zellen, die dem Grübchenanfang benachbart sind, liegen Glykogengranula in geringer Menge, und zwar erscheinen sie infolge der spitz zulaufenden Basis der Zylinderzellen in schmaler Zone nebeneinander. Auch neben dem Kerne findet sich in der Regel kein Glykogen, nur sehr selten trifft man winzige Körnchen ganz vereinzelt an. Der Teil der Zelle, der von der Oberfläche bis zum oberflächenseitigen Rande des Kernes liegt, zeigt Glykogengranula in verschiedener Anordnung. Gewöhnlich finden wir die dem Kern benachbarte Partie des oberen Zellviertels frei von Glykogengranula, aber in zahlreichen Zellen treten schon sehr bald Glykogengranula vereinzelt auf, um allmählich zahlreicher zu werden und den lumenseitigen Teil der Zellen in dichter Menge keilförmig zu erfüllen. Wir begegnen aber auch nicht selten im mikroskopischen Präparate Bildern, wo die Granula von der eben genannten Stelle aus sich nicht ununterbrochen bis zum lumenseitigen Rande der Zelle erstrecken, sondern wo nach dem Auftreten weniger kleiner Anhäufungen in der Zelle eine Partie folgt, die wieder gänzlich frei von Granula ist, bis wir schließlich wieder an die lumenseitigste Partie kommen, die stets in jedem Falle Glykogengranula in größerer oder kleinerer Menge beherbergt. Diese Stelle entspricht im großen und ganzen dem Teile der Magenoberflächenepithelzelle, die den Schleim enthält. Die Größe der Granula im Oberflächenepithel ist recht verschieden. Gewöhnlich sind die im lumenseitigen Teil der Zelle liegenden Granula am gröbsten, dabei aber im wesentlichen kugelig, die in den übrigen Teilen der Zellen liegenden Granula sind feiner.

Die Zellen der Magengrübchen sind sehr stark mit Glykogengranula erfüllt, und zwar liegen sie hier nur in der lumenseitigen Partie. Da diese Partie nach dem Grunde der Grübchen zu schmäler wird, in gleicher Weise wie die Zellen selbst niedriger werden, so wird natürlich der Gehalt an Glykogen in den die Grübchen auskleidenden Zellen geringer werden. Die Glykogengranula liegen in den meisten Zellen außerordentlich dicht, die Granula selbst zeigen ganz verschiedene Gestalt und Größe. In einigen Zellen sind sie aber auch sehr unregelmäßig verteilt, indem sie an der einen Seite dichter liegen, während sie an der anderen nur vereinzelt, durch deutliche Zwischenräume getrennt, anzutreffen sind. Dort, wo die Granula in dem lumenseitigen Teile der Grübchenzelle vereinzelt liegen, handelt es sich in der Regel um relativ große und grobe (es ist möglich, daß es sich hier um Verschmelzungen oder Zusammenballungen handelt). Bei einzelnen Grübchenzellen reichen Granula auch in schmaler Zone bis in die Nähe des Kerns. Im Lumen des Grübchens finden wir feine, verschieden große, kugelige Granula, die sich ebenfalls mit Bests Karmin deutlich gefärbt haben, allerdings in schwächerer Nuance, als die in den Grübchenzellen liegenden Glykogengranula. Es dürfte sich hier wohl auch um Glykogenbestandteile handeln, die aus der Zelle ausgestoßen worden sind. Die Granula im Grübchenlumen treten gehäufter bald am Grunde, bald in der Mitte oder magenlumenseitig auf.

Bei Betrachtung eines Schnittes mit schwachen Vergrößerungen hat es den Anschein, als habe sich in der Fundusdrüse Glykogen nur in den Belegzellen gefärbt, an denen der Kern allein deutlich, durch seine Größe auffallend, sichtbar ist. Mit stärkeren Vergrößerungen wird man unschwer erkennen können, daß von den Zellen der Fundusdrüsen es gerade die Belegzellen sind, die auch nicht die geringste Spur von Glykogenbestandteilen aufweisen. Der Leib der Belegzellen erscheint — besonders bei Oelimmersion — vollständig ungefärbt und tritt bei schwachen Vergrößerungen kaum hervor. Glykogengranula finden wir sonst in allen Teilen der Fundusdrüsen; die entschieden am meisten Glykogengranula enthaltenden Zellen sind die Nebenzellen. In diesen finden wir gewöhnlich in der ganzen Dicke der Zelle Glykogenbestandteile von ganz verschiedener Form und Größe. Gewöhnlich liegen an den Seiten und der lumenseitigen

Partie des Kernes feinere Glykogengranula, während die übrigen Partien der Zelle von gröberen, schollenartigen Glykogengebilden besetzt sind. Der infranukleäre Teil der Zelle enthält in der Regel Glykogengranula nicht. Die Zellen des Mündungsteiles der Fundusdrüsen enthalten Glykogen in viel spärlicheren Mengen. Gewöhnlich liegen in den kubischen Zellen des Mündungsteiles (Uebergangszellen) ganz vereinzelte gröbere Granula. Aus der Lage läßt sich keine Gesetzmäßigkeit ableiten. Vereinzelte Zellen des Mündungsteiles sind ganz frei von Glykogen. Sie haben aber gleich den Regionen der Zellen, die keine Glykogenbestandteile enthalten, eine schwach rosarote, gleichmäßige Färbung angenommen. Die Hauptzellen verhalten sich je nach ihrer Lage verschiedenartig. In der Regel finden wir die Hauptzellen des Drüsengrundes frei von Glykogen. Nur ab und zu begegnet man im Cytoplasma der hier liegenden Hauptzellen an ganz verschiedenen Teilen des Zelleibes kleineren oder größeren, unregelmäßigen Glykogenbrocken. Vereinzelt kann aber auch eine Hauptzelle am Drüsengrunde mit groben Glykogenkörnchen vollgepfropft sein. Die Hauptzellen des Mittelstücks enthalten in der Regel viel zahlreicherer Menge Glykogen; namentlich sind es die Zellen, die in den den Nebenzellen benachbarten Partien liegen. Hier finden wir die Zellen in großer Zahl angefüllt mit ziemlich groben Glykogengranula. Man begegnet aber auch Zellen, in denen die Granula weiter auseinander und lockerer liegen. Andere Hauptzellen sind nur teilweise mit ganz verschieden gestalteten, unregelmäßigen Granula angefüllt. Wir finden sie bald an der lumenseitigen Partie, bald in der Nähe des Kernes, bald in den Seitenteilen. Wieder andere Zellen sind vollständig frei.

Die Bestsche Karminfärbung läßt mit großer Deutlichkeit die einzelnen Abschnitte der Pylorusdrüsen deswegen erkennen, weil die einzelnen Teile der Drüsen sich dem Farbstoff gegenüber ganz spezifisch verhalten. So erscheint z. B. die Grenze zwischen Grübchen und dem Ausführungsgange sehr scharf; sobald die letzten Zellen des Grübchens, die durch das relativ kleine Oberende charakterisiert und stets deutlich an ihrem Gehalte an Glykogengranula in diesem Teile zu erkennen sind, ihr Ende erreichen, setzen die Zellen des Ausführungsganges der Pylorusdrüsen ein. Diese nehmen wohl durch Bests Karmin einen schwach rosaroten Ton an, enthalten aber, wenigstens was

die magenlumenseitigen Zellen betrifft, keine Spur von Glykogenkörnchen. Das Ausführungsstück der Pylorusdrüsen setzt sich bei der Katze in der Regel aus etwa 7 bis 10 Zellbreiten zusammen. Die den spezifischen Pylorusdrüsenzellen benachbarten Zellen des Ausführungsganges enthalten in der drüsenlumenseitigen Partie wenig Glykogenbestandteile. Nur in ganz einzelnen Fällen sind sie in größerer Anzahl anzutreffen. Es scheint so, als ob nach dem Drüsenendstücke hin eine allmähliche Zunahme des Glykogens in den Zellen stattfinde, und zwar beginnt der Glykogengehalt an den Zellen, die nicht mehr rein spezifische Ausführungsgangzellen sind, sondern die die Zwischenformen zwischen diesen und den spezifischen Pylorusdrüsenzellen darstellen. Sobald die spezifischen Pylorusdrüsenzellen einsetzen, wird der Glykogengehalt sofort reicher und nimmt nach dem Grunde hin in ganz erheblichem Maße zu. Während die Glykogengranula nahe dem Ausführungsgang nur die lumenseitigen Abschnitte erfüllen und die dem Kerne benachbarten Partien freilassen, finden wir, daß sie im tiefsten Grunde der Pylorusdrüsen alle Gegenden, also auch die paranukleären Teile, einnehmen. Nur die infranukleären Teile lassen sie gewöhnlich frei. Die Granula legen sich sehr dicht an die Kernmembran an. Ihre Größe bleibt im großen und ganzen ziemlich gleich; sie lagern sich in der Zelle gleichmäßig und dicht. Das Lumen der Pylorusdrüsen liegt im unteren Teile meist voll von glykogenhaltigen Stoffen, eine Stelle enthält bald mehr, eine andere bald weniger solcher Bestandteile. Sehr selten ist eine Pylorusdrüsenzelle ganz frei.

In dem inter- und subglandulären Gewebe begegnet man, allerdings selten, Leukozyten, die in ihrem Zelleibe einige grobe Glykogengranula von verschiedener Gestalt haben. In der Regel liegen sie dann im Stratum granulosum und seltener im interglandulären Gewebe.

Das relativ breite Stratum compactum zeigt nicht die Spur von auf Glykogen deutenden Stoffen und ist vollkommen ungefärbt geblieben. Es wird nur öfters unterbrochen von Blutgefäßen und sich von der Muscularis mucosae abzweigenden und zwischen den Drüsen hinziehenden Muskelzügen.

Die Muscularis mucosae, die eine deutlich ausgeprägte Zweischichtung aufweist, ist reich an Glykogen. In den Muskelzellen liegt das Glykogen in größeren Mengen in großen und

kleinen Schollen. Eigenartig ist, daß die Muskelfasern, die von der Muscularis mucosae sich abzweigen und durch das Stratum compactum treten in letzterem noch relativ reich an Glykogen sind. Sobald jedoch die Muskelfasern in der Gegend des Grundes der Fundusdrüsen angelangt sind, wird ihr Gehalt an Glykogen immer spärlicher, und etwa in der Mitte der Drüse finden wir Glykogen nur noch ganz vereinzelt in den Muskelfasern, während noch höher keins mehr in ihnen zu finden ist.

Die Submucosa enthält Glykogen nur an den Stellen, wo Blutgefäße liegen; es lagert dann in den Gefäßmuskelfasern in meist geringer Menge.

Die Tunica muscularis ist sehr arm an Glykogenbestandteilen, und zwar findet man sowohl in der Kreis-, wie in der Längsmuskelfaserschicht nur ganz vereinzelt wenige Muskelfasern mit spärlichen Glykogenbestandteilen.

Die Serosa verhält sich bezüglich des Glykogengehaltes ähnlich wie die Submucosa.

Duodenum: Im Gegensatz zu den Oberflächenepithelien des Magens steht das Oberflächenepithel des Dünndarms in der Duodenaldrüsenzone. Während fast in jedem Falle in den Oberflächenepithelien des Magens Glykogen in verschiedener Menge und verschiedener Verteilung nachzuweisen ist, finden wir in den zylindrischen Oberflächenepithelzellen des Darmes Glykogenbestandteile nur in den allerseltensten Fällen. Meist haben die Zylinderzellen eine schwach rosarote Färbung angenommen. Sind Glykogenbestandteile in Zylinderzellen enthalten, so liegen sie entweder unterhalb oder oberhalb des Kernes, und zwar sind es Gebilde, die eine ganz unregelmäßige Gestalt haben, verschieden groß sind und in der Regel ganz verstreut im Cytoplasma liegen. Ein dichteres Zusammenliegen kommt nur ganz ausnahmsweise vor. Auf der Höhe der Zotten scheint es so, als ob man in den Oberflächenepithelzellen, und zwar lumenseitig, öfter Glykogenbestandteilen begegnete.

Bei Betrachtung des Cuticularsaumes der Zylinderzellen des Darmes wird man unschwer erkennen können, daß sich derselbe stärker rötlich gefärbt hat, als wie das Cytoplasma der Zylinderzellen. Besonders auffällig tritt die lumenseitigste Zone des Cuticularsaumes in ihrer Färbung hervor. Sie tingiert sich so intensiv mit Bests Karmin, wie wir das z. B. in ähnlicher

Nuance in den Becherzellen (s. später) finden, daß man vermuten muß, daß sich hier Glykogenbestandteile befinden. Keinesfalls handelt es sich etwa um am Epithel haften gebliebene Speisereste. Es macht den Eindruck, als ob die den Saum durchsetzenden feinen Kanälchen an ihrer Oeffnung mit Glykogen austapeziert seien, vorausgesetzt, daß es sich nicht um andere Bestandteile handelt. Jedenfalls läßt sich in Flach- wie in Querschnitten durch den Saum mit der Bestschen Karminfärbung sehr deutlich die darmlumenseitige Mündung der Kanälchen darstellen; in Querschnitten sieht man z. B. deutlich die distale Begrenzung des Saumes rosenkranzartig gefärbt, sodaß also jedem einzelnen Gliede eine Mündung eines solchen feinen Kanälchens entsprechen dürfte. In den Partien des Cuticularsaumes auf der Höhe der Zotten und öfters auch an deren Abhängen kann man ganz klar eine Strichelung des Saumes beobachten, die dadurch zustande kommt, daß sich die Kanäle in ihrer ganzen Länge lebhaft rot tingiert haben und nunmehr mit der intercanaliculären Substanz des Saumes abwechseln. Wenn ich auch kaum annehmen kann, daß die Kanälchen sich mit der Bestschen Karminfärbung elektiv darstellen lassen, so glaube ich immerhin behaupten zu dürfen, daß die sich in den Kanälchen befindenden Bestandteile glykogenartige Stoffe beherbergen.

Die zwischen den zylindrischen Epithelzellen der Oberfläche liegenden Becherzellen sind gegenüber den Zylinderzellen außerordentlich reich mit Glykogenmassen angefüllt. Es sind aber nicht alle Becherzellen gleichmäßig mit Glykogen beladen, sondern die Menge wechselt; es ist klar, daß infolgedessen die Färbung bald schwächer, bald intensiver sich präsentiert. Das Glykogen erfüllt die Zelle nicht in Form von kugeligen Granula, sondern es bildet im Zelleib große und kleine, sich verschieden intensiv tingierende, schollenartige Gebilde, die untereinander zusammenzuhängen scheinen, sodaß der ganze Becher gewissermaßen von einem unregelmäßigen Netzwerk durchzogen wird. In den Maschen dieses Glykogennetzwerkes liegen mitunter auch feine, intensiv mit Karmin tingierte, gleichmäßige, kugelige Granula in Ballen beieinander. Die intervillösen Räume sind mitunter auch von Bestandteilen erfüllt, die die Bestsche Karminfärbung angenommen haben und deutlich granuläre Struktur aufweisen, oder auch von Massen, die sich ganz ungleichmäßig

gefärbt haben. Es kommen auch, allerdings seltener, Becherzellen vor, die gar kein Glykogen enthalten.

In dem Stroma der Zotten begegnet man nicht gar zu selten Leukozyten, die in der Regel an dem einen Zellpol Glykogenkörnchen in verschiedener Größe und Verteilung enthalten; seltener ist eine Zelle in allen Regionen des Zelleibes mit Glykogenbestandteilen versehen. Die Muskeln der Zotten enthalten nur in recht spärlichen Mengen und sehr selten Glykogen.

Die Darmeigendrüsen enthalten in ihrem Lumen in zahlreichen Fällen eine homogene Masse, die sich sehr deutlich mit Bests Karmin gefärbt hat. An Stelle des gleichmäßigen, homogenen Aussehens begegnet man jedoch auch Stellen, an denen der Inhalt ein Aussehen angenommen hat, das an das der Becherzellen erinnert. Das Epithel der Drüsen setzt sich bekanntlich aus Zylinderzellen, Becherzellen und Panethschen Körnerzellen zusammen. Die Becherzellen verhalten sich ähnlich denen, die wir am Zottenepithel beobachten konnten. Sie sind aber nicht so stark glykogenhaltig, wie die des Oberflächenepithels. In den Zylinderzellen der Darmeigendrüsen sind in der Regel keine Glykogenbestandteile nachzuweisen. Nur in den Zellen des Drüsengrundes, die der Lage nach den Panethschen Körnchenzellen entsprechen, habe ich in relativ häufiger Menge in der lumenseitigen Partie ganz deutliche Glykogengranula vorfinden können. Die Granula sind sehr fein und liegen ziemlich dicht. Da gerade nur an dieser Stelle in den Zellen der Darmeigendrüsen Glykogengranula vorkommen, so glaube ich behaupten zu dürfen, daß sie ein Charakteristikum der Panethschen Körnchenzellen darstellen. Bekanntlich sind ja auch in neuerer Zeit bei der Katze Körnchenzellen in unserem Institute nachgewiesen worden.

Zwischen den Darmeigendrüsen liegen in der Duodenaldrüsenzone des Dünndarms die Ausführungsgänge der Duodenaldrüsen. Sie heben sich schon bei schwacher Vergrößerung im mikroskopischen Bilde von den Schläuchen der Darmeigendrüsen durch ihre ganz spezifische Tinktion deutlich ab. Jede Zelle des Ausführungsganges beherbergt in ihrem Innern im Gegensatz zu den Zylinderzellen der Darmeigendrüsen eine reiche Menge von Glykogensubstanzen, wodurch bei schwachen Vergrößerungen der ganze Drüsenausführungsgang sich als rotgefärbter Strang präsentiert. Die Zellen des Aus-

führungsganges sind mit kugeligen Glykogengranula erfüllt, die jedoch nicht gleichgroß sind. Es liegen in den einzelnen Zellen verschieden große beieinander, es kommen jedoch auch Zellen vor, in denen nur feinere oder nur gröbere Granula zu finden sind. In der Regel liegen in der lumenseitigen Partie der Zelle die Glykogengranula am dichtesten. Bei einigen Zellen sind sie nur hier zu finden, während andere in ihrer ganzen Dicke völlig von ihnen durchsetzt sind. Die Granula können sich bis zur Basis der Zelle erstrecken und sich ganz dicht um die Kernmembran gruppieren. Häufiger fehlen sie jedoch an diesen Stellen. Das Lumen der Ausführungsgänge der Duodenaldrüsen ist häufig sehr stark gefüllt mit Granula, die sich durch nichts von den in den Zellen des Ausführungsganges selbst liegenden unterscheiden.

Im Interglandulargewebe habe ich Glykogenbestandteile nicht nachweisen können.

Die Muskelfasern der Muscularis mucosae enthalten Glykogen in größeren Mengen, als die der Zotten und der interglandulär liegenden Fasern, jedoch nicht in der Menge, wie wir es z. B. bei der Muscularis mucosae des Magens konstatiert haben.

In der Submucosa fallen vor allem die Duodenaldrüsen durch ihren außerordentlich hohen Gehalt an Glykogen auf. Auch nicht einer einzigen Zelle begegnet man, in der Glykogen nicht enthalten wäre. Die Glykogengranula, die mitunter von der Kugelform etwas abweichen können, sind im allgemeinen gröber als die, die uns in den Zellen des Ausführungsganges der Duodenaldrüsen entgegentraten. Sie sind jedoch auch, wie an letzterwähnter Stelle, verschieden groß. Sie erfüllen die Zelle in unregelmäßiger Verteilung fast ganz. Nur in einigen Zellen bleiben die dem Kerne der Duodenaldrüsenzellen benachbarten seitlichen Regionen des Cytoplasmas frei davon. Die Zellen sind im allgemeinen viel stärker mit Glykogengranula angefüllt, als die des Ausführungsganges der Duodenaldrüsen, wo sie lockerer liegen. Das Lumen der Duodenaldrüsen enthält fast immer glykogenhaltige Granula in verschiedener Menge.

Die Längs- und Kreisfaserschicht der Tunica muscularis ist sehr arm an Glykogen. Nur an ganz wenigen Stellen treten uns Glykogenbestandteile entgegen. Jedenfalls überwiegt der Glykogengehalt der Muscularis mucosae ganz erheblich den der Tunica muscularis. Die Tunica serosa ist frei von Glykogen.

Katze II.

1 Jahr alt, 48 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Im Gegensatz zum gefütterten Tiere findet sich hier beim Hungertier über den Zellen des einschichtigen Deckepithels nirgends im Präparat irgendwelche Masse aufgelagert. Die Epithelzellen selbst erreichen an Größe nicht die des Magens der gefütterten Katze, die Form ist aber ebenso hochzylindrisch. Nach dem Magenlumen ist die breitere Seite gerichtet, während die Basis schmal ist. Der Kern ist mäßig chromatinreich und besitzt die Gestalt eines Keils, dessen Spitze nach der Basis der Zelle und dessen breites Ende nach der Oberfläche gekehrt ist. Er liegt im mittleren Drittel oder am Uebergang des mittleren zum basisseitigen Drittel der Zelle. Das Glykogen befindet sich in dem der Oberfläche der Schleimhaut zugewandten Teile in Form von Granula, die zu einem etwa schwammartigen Gebilde zusammengefaßt erscheinen; doch ist deutlich jedes einzelne Körnchen zu erkennen. Außer diesen gewissermaßen zu einem Ganzen zusammengefügten Glykogenbestandteilen kommen in anderen Zellabschnitten Glykogenteilchen nicht vor. Die Kerne sind stets glykogenfrei. Der Glykogengehalt der Epithelzellen der Magenoberfläche ist bei diesem Tiere geringer als beim vorigen (gefütterten). Die Gestalt und Größe der einzelnen Granula ist gleichmäßig kugelförmig oder körnchenartig.

Bei Betrachtung der Magengrübchen fällt wie beim Oberflächenepithel auf, daß ein kleinerer Abschnitt der Zellen mit rotgefärbten Glykogenmassen erfüllt ist, als bei der gefütterten Katze. Es ist wiederum der nach dem Lumen zu gelegene Teil, ungefähr das Viertel der Zelle, mit Granula verschiedener Gestalt und Größe mehr oder weniger gleichmäßig und dicht erfüllt. Doch ist die rotgefärbte Partie nicht etwa homogen, sondern stets sind feine Körnchen, meist kugelig geformt, zu erkennen, die mehr oder weniger dicht nebeneinander gelegen, das Conglomerat an der Oberflächenpartie ausmachen. Bemerkenswert ist wieder, daß die übrigen Teile der Zelle, wie das Viertel zwischen Kern und der Masse des dichtgelagerten Glykogens im lumenseitigen Zellabschnitt, ferner der para- und infranukleäre Abschnitt nirgends rotgefärbte Glykogenkörnchen erkennen lassen. Treten aber im mikroskopischen Präparate doch einmal einige

Körnchen auf, so handelt es sich hier um ganz und gar seltene Vorkommnisse. In den meisten Fällen sind die gefärbten Partien gleich groß, doch kommen Abweichungen nach Größe und Gestalt vor. Es gibt schließlich auch einige wenige Zellen, die eine solche Zone garnicht aufweisen, doch das gehört zu den Seltenheiten. Es findet sich an jedem Grübchen immer wieder bestätigt, daß andere Zellteile außer der lumenseitigen Partie Glykogen nicht enthalten. Die Kerne sind auch hier glykogenfrei. Das Lumen der Grübchen enthält keinerlei Bestandteile, weder zellige, noch amorphe oder homogene.

Die zylindrischen Zellen des Grübchens gehen ganz allmählich in die kubischen Uebergangszellen des Mündungsteiles der Fundusdrüsen über. Nur ganz vereinzelt trifft man im Cytoplasma dieser Zellen Glykogenpartikelchen, sodaß in diesem Falle die Glykogenarmut direkt auffällt. Die feinsten Stäubchen sind hier anzutreffen. Sie finden sich wieder nur im supranukleären Abschnitte. Die Gegend um den Kern herum, der Kern selbst, sowie die Basis der Zelle enthalten keine Glykogenbestandteile. Die Belegzellen, kenntlich am chromatinarmen, großen, kugeligen Kern, heben sich mit ihrem hellen ungefärbten Zelleib zwar nicht sehr deutlich von den übrigen Zellen ab, es besteht aber kein Zweifel, daß sie in ihrem Innern nirgends rotgefärbtes Glykogen erkennen lassen; auch sonst sind in ihnen nirgends stark lichtbrechende Schollen oder Körnchen zu erkennen, die etwa auf ungefärbtes Glykogen schließen ließen. Die Nebenzellen, die beim gefütterten Tiere die Hauptmasse des Glykogens beherbergten, sind hier auch bloß im lumenseitigen Teile minimal bestäubt. Die übrigen Teile der Zellen sind frei von Glykogen. An den Hauptzellen des Drüsengrundes bietet sich in allen Teilen des Präparates das gleiche Bild dar. Sie fallen durch den geringsten Gehalt an Glykogen auf, wenn eine geringe diffuse Rötung des oberen Zelleibes überhaupt als solcher gelten soll. Die Hauptzellen des Mittelstücks bieten das gleiche Bild wie das Epithel des Mündungsteiles, nur kleine Stäubchen sind im lumenseitigen Teile anzutreffen.

Die wenigen Zellen des Ausführungsganges der Pylorusdrüsen enthalten Glykogen minimal. Erst in den spezifischen Zellen des Pylorusdrüsenkörpers treten wieder Granula auf. Zunächst sind nur feine Granula, die die Partien der Zellen besetzen, die am Lumen der Drüsen liegt, zu erkennen (in ganz

dünner Zone). Untersucht man die folgenden Zellen, so sieht man mehr Körnchen auftreten, bis man schließlich in das Endstück kommt, wo die Zahl der Granula im lumenseitigen Teile der Zelle etwa das Dreifache im Vergleich zu den ersten, an den Ausführungsgang grenzenden Zellen erreicht hat. Die Stellen der dichtesten Ansammlung sind die lumenseitigen Viertel jeder Zelle. Doch auch nach dem Kerne zu trifft man fast regelmäßig fein verstreut rote Granula an. Die para- und infranukleären Abschnitte bleiben aber stets frei. Im großen und ganzen handelt es sich stets um relativ wenig Glykogen, wenn man zum Vergleich das gefütterte Tier heranzieht. (Leider läßt sich ausführlicheres über dieses Tier hier nicht sagen, da mit dem Schnitte die Uebergangszone vom Fundus zum Pylorus getroffen ist und andere Stellen der Pylorusdrüsenzone nicht zur Verfügung standen.)

Das Gewebe, das die bindegewebige Grundlage der Propria mucosae bildet, hat die Rotfärbung nicht angenommen. Man sieht lediglich die Kerne der Bindegewebszellen und glatte Muskelfasern. Nur wenige Leukocyten des Stratum granulosum enthalten einige Körnchen. Das vollkommen homogene Stratum compactum zeigt nirgends irgendwelche Färbung, ist überall von der ganz gleichen Beschaffenheit; daß sich ab und zu Bindegewebszüge und Muskelfasern von der Submucosa her hindurch erstrecken, versteht sich von selbst.

Ganz hervorragend ist der Reichtum der Muscularis mucosae an Glykogen. Die zwei Schichten der Muskelzüge laufen in einem spitzen Winkel aufeinander zu, sodaß man von einer äußeren und einer inneren Schicht sprechen muß. In relativ großen Schollen ist das Glykogen in den Muskelfasern enthalten, und zwar in so reichem Maße, daß nahezu jede Muskelfibrille in der Längsrichtung derselben angeordnete Glykogenkörnchen trägt, die so zu einem spindelartigen, rotgefärbten Körper zusammengefaßt sind. Abgesprengte Fasern, die von hier aus nach der Submucosa oder der Propria mucosae verlaufen, verlieren alsbald nach dem Austritt aus der Muscularis mucosae ihr Glykogen; in der Propria besitzen sie nichts mehr davon.

Die Bindegewebsfasern der Submucosa sind ganz schwach rosarot gefärbt, Glykogenpartikelchen kommen in ihnen nicht vor. Die Wände der Blutgefäße, soweit sie gerade im Präparate vorkommen, sind ganz frei von Glykogen.

In der Lamina muscularis und serosa fehlt überhaupt jedes Glykogen.

Duodenum: Ein Blick auf das Präparat bei schwacher Vergrößerung lehrt uns, daß hier die Duodenaldrüsen und ihre Ausführungsgänge allein einen deutlichen roten Farbton aufweisen. Alle anderen Epithelelemente lassen nicht die geringste Rotfärbung erkennen. Erst bei stärkerer Vergrößerung bemerkt man, daß in einzelnen Zellen — meist sind es Becherzellen — hellrosa gefärbte Stäubchen auftreten. Mit Anwendung der Oelimmersion lassen sich dann kleinste Glykogenteilchen in ganz feiner Verteilung nachweisen.

An den Zylinderzellen im Oberflächenepithel des Duodenums ist der Cuticularsaum wohl zu erkennen. Doch irgendwelche Rotfärbung, die, wie oben beschrieben, auf die Anwesenheit glykogenartiger Bestandteile hinweist, ist hier nicht zu finden. Sucht man den Cuticularsaum in seiner ganzen Länge ab, so muß man zugeben, daß sich teilweise eine strichförmige Rotfärbung erkennen läßt. Doch ist diese Färbung an sich sehr gering und tritt sehr selten auf. Der Leib der Zylinderzellen trägt nie Massen von Glykogen. Es fehlen auch feinste Stäubchen in jeder Zelle.

Die Becherzellen, die in großer Menge in jedem Gesichtsfelde anzutreffen sind, sind an ihrem stark lichtbrechenden Leibe zu erkennen. In diesem Leibe befindet sich bei der Minderzahl der Zellen eine deutlich rotgefärbte Masse, an der man gröbere Schollen, die dunkler tingiert sind, neben einer homogenen, schwachgefärbten Substanz erkennen kann. An anderen Becherzellen trifft man nur eine homogene Masse von hellrosaroter Farbe, die übrigen Becherzellen sind ganz und gar farblos geblieben.

Die intervillösen Räume sind meist leer. Wenn sich einmal etwas Inhalt findet, so ist er meist fadenförmig, homogen und farblos.

Die im Gerüstwerk der Zotten anzutreffenden Lymphocyten lassen neben dem verästelten, zuweilen auch doppelten Kerne Glykogenschollen und feinste -körnchen erkennen. In den Fibrillen der Zottenmuskulatur sind Glykogenpartikelchen — Körnchen und Schollen — in geringer Zahl anzutreffen.

Die Epithelauskleidung der Darmeigendrüsen wird von niedrigen Zylinderzellen gebildet, die in der basal gelegenen

Hälfte einen kugeligen Kern tragen, der verhältnismäßig chromatinreich ist. Die lumenseitige Hälfte des Cytoplasmas erscheint verschieden granuliert. Es kommen auch Zellen vor, deren Leib niedrig kubisch ist, und deren Kern mehr oder weniger stark abgeflacht an der Basis liegt. Doch sind im Zelleib aller Zellen, ganz gleich, ob kubisch oder zylindrisch, nirgends Glykogenbestandteile zu finden. Trifft man einmal, was allerdings selten ist, im Drüsenlumen der Darmeigendrüsen Inhalt an, so besteht er aus einer teils homogenen, teils corpusculären Masse, die ungefärbt geblieben ist. Der Becher der Becherzellen ist meist sekretleer und stets ungefärbt.

Sehr deutlich heben sich von diesen Drüsen die Ausführungsgänge der Duodenaldrüsen ab. Die Zellen der Epithelauskleidung mögen an sich etwas niedriger und durch den meist plattgedrückten, basal liegenden Kern kenntlich sein, besonders deutlich heben sie sich aber aus der Umgebung dadurch ab, daß ihr ganzer Zelleib gleichmäßig mit Glykogengranula verschiedener Form und Größe besetzt ist. In allen Partien der Zellen findet man solche Granula, häufig liegen sie nach dem Lumen zu dichter. In dem geringen Lumen findet sich Inhalt meist nicht vor. Wenn er aber vorhanden ist, so ist er rotgefärbt und besteht aus körnigen Elementen.

Im Interglandulargewebe konnte ich einzelne Leukocyten entdecken, die wenige Schollen Glykogen beherbergten.

Die Glykogenbestandteile der Muscularis mucosae treten in nur geringer Menge auf; denn nur wenige Fibrillen tragen Glykogengranula verschiedener Form.

Besonders reich an Glykogengranula sind wiederum die Duodenaldrüsen. Jede Epithelzelle ist mit Granula verschiedener Größe dicht besetzt. An allen Teilen sind diese Granula vorhanden, die Basis allein bleibt regelmäßig frei. Jedoch paranukleär sind stets Granula zu finden, auch im Lumen trifft man sie.

Die Submucosa, die Tunica muscularis und Serosa erweisen sich als glykogenfrei.

Katze III.

4 Monate alt, 4 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Betrachtet man das Präparat bei schwacher Vergrößerung, so fällt die starke Rotfärbung gewisser Zellpartien der Oberflächenepithelien auf. Es scheint, als sei der über dem Kern gelegene Abschnitt der Zellen mit einer homogenen Masse dicht erfüllt. In gleicher Weise setzt sich die Rotfärbung in die Tiefe der Propria mucosae fort, alle Teile vom Grübchen bis zum Drüsengrunde sind gleichmäßig beteiligt, wenn auch nicht in ununterbrochener Reihenfolge. Die Untersuchung mit Oelimmersion gibt uns weiteren Aufschluß und bestätigt zugleich den vorher gewonnenen Eindruck. Die Oberflächenepithelien tragen in ihrem hochzylindrischen Zelleibe einen relativ chromatinreichen Kern, der spindel- oder keilförmig gestaltet ist und etwa das mittlere Drittel der Zelle einnimmt. Der größte Teil des oberen Drittels trägt die rotgefärbten Glykogenmassen, die hier in besonders reichem Maße auftreten und aus kleinsten Kugeln oder Schollen zu einem zylindrischen bis keilförmigen Ganzen vereinigt sind. In dem Raume zwischen Kern und „Glykogenkeil“ finden sich in vielen Zellen geringe Einlagerungen von Glykogenkörnchen. Auch im para- und infranukleären Raume sind stäbchenförmige Glykogengebilde oder einzelne Granula enthalten. Die Zellen, die den Uebergang vom Oberflächenepithel zu dem der Grübchen bilden, gleichen im großen und ganzen in Form und Glykogengehalt den geschilderten Epithelien der Oberfäche des Magens. Sie sind bald länger und schmäler, bald kürzer und breiter, aber die Verteilung des Glykogens bleibt dabei gleich. Der aus Granula bestehende Glykogenkeil erreicht in manchen Fällen die obere Kernleiste, andere Male wieder bleibt ein Raum dazwischen ungefärbt. Doch scheint auch hier die Regel zu bestehen, daß sich Kern und Glykogenkeil beinahe berühren.

Die Epithelzellen des Magengrübchens sind kleiner, als die der Oberfläche, dabei aber immer noch relativ hochzylindrisch und tragen einen stäbchenförmigen Kern. Das Glykogen ist in reichem Maße auf die obere Zellpartie ausgestreut und stellt, aus kleinen Granula von meist gleicher Größe gebildet, — wenige gröbere schollenartige Partikelchen kommen zwar auch vor — gewissermaßen eine innere Auskleidung dieses Teiles des Cytoplasmas dar. Ausnahmslos ist diese Form der Anordnung, also Glykogenkörnchen, die so dicht zusammenliegen, daß sie bei schwacher Vergrößerung als homogenes Gebilde erscheinen, in jeder Zelle zu finden. Es läßt sich keine Zelle entdecken, in

der das Glykogen in Gestalt einzelner, zerstreut liegender Granula aufträte. Fast regelmäßig sind die um den Kern gelegenen Abschnitte ungefärbt. Seltener findet man daselbst ein kleineres oder größeres Körnchen oder eine Scholle rot tingierten Glykogens. Stets bestätigt es sich, daß der Kern keinerlei Glykogensubstanzen enthält. Es scheint in dieser Beziehung eine unbedingte Gesetzmäßigkeit vorzuliegen. Auf Querschnitten durch das Grübchen sieht man konstant, wie die Zellen strahlenförmig um das Lumen angeordnet sind, wobei in jeder Zelle der Kern und zentral davon die gefärbte Glykogenmasse liegt. Ausnahmsweise nur entdeckt man auch, allerdings in nur wenigen Zellen, in der Nähe des Kernes einzelne Glykogengranula.

Prüft man in den Fundusdrüsen das Mündungsstück auf seinen Gehalt an Glykogen, so ist wieder zu bemerken, daß die Belegzellen in ihrem großen vielgestaltigen Leib nicht die Spur mit Bests Karmin gefärbter Bestandteile erkennen lassen. Dagegen enthalten die anderen Zellen relativ große Mengen Glykogen. An Längs- und Schrägschnitten sowie an Querschnitten ist deutlich ersichtlich, daß wieder vorzugsweise die Nebenzellen die Träger des Glykogens sind. Die Nebenzellen treten uns als etwa ovale Zellen mit ganz flachem Kern entgegen, der mit seiner Breitseite an die Wand der Zelle gedrückt ist. In solchen Zellen findet man in der Regel das ganze Cytoplasma mehr oder weniger diffus mit Glykogengranula erfüllt. Das Glykogen kann aber auch zu fadenartigen Gebilden verwoben sein und so einem Schwamme gleichen. Andere Nebenzellen enthalten gröbere Bestandteile, Schollen, die offenbar durch Verschmelzung zustande gekommen sind. Die wenigen Uebergangszellen enthalten nur ganz vereinzelte kleine Körnchen oder Kügelchen von Glykogen. Die im Mittelstück gelegenen Hauptzellen lassen nur in geringer Zahl Glykogen erkennen. Es kommt in wenigen dieser Zellen in verschiedener Menge vor; bald ist der ganze Leib mit vielen Granula dicht erfüllt, sodaß nur der Kern sich abhebt und das übrige Cytoplasma nicht zu sehen ist, bald sind es einzelne gröbere Schollen oder gar nur wenige kleine Granula, die uns entgegentreten. Ganz ähnlich ist auch das Bild bei den Hauptzellen des Drüsengrundes. Nur ist hier ihre Zahl noch geringer.

An den Zellen der Pylorusdrüsen ist derselbe Modus wie beim Pylorus der Katze I zu treffen. Durch besonders

starke Färbung treten alle Epithelzellen des Drüsenkörpers hervor. Das Epithel des Ausführungsganges ist außer den kugeligen Kernen durch den minimalen Glykogengehalt gekennzeichnet. Nur Stäubchen haben sich hier gefärbt, sodaß man den Uebergang der Grübchenzellen in die Ausführungsgangzellen am Abblassen der Färbung erkennt, die eigentlichen Gangzellen an der gleichmäßigen blassen Rötung und den Uebergang zu den spezifischen Pyloruszellen an der Zunahme der Rötung ausgedrückt findet. Der ganze Leib der eigentlichen Pylorusdrüsenzellen ist diffus mit kleinsten rotgefärbten Glykogenkörnchen besetzt; je weiter wir nach dem Grunde des Drüsenkörpers hinkommen, umso dichter sehen wir die Glykogenteilchen die Zellen erfüllen. Die dem Magenlumen am nächsten liegenden Zellen tragen nur in der oberen Partie Glykogen, während die den Grund bildenden Zellen in allen Teilen vollgepfropft sind. Von einem Raume zwischen dem ganz platten Kerne und der daselbst liegenden Zellwand ist kaum zu sprechen; aber selbst da tritt manchmal ein Glykogenkörnchen auf.

Manche im sub-, peri- und interglandulären Gewebe vorkommenden Leukocyten besitzen in ihrem Leibe einige kleine Schollen von Glykogen. Vorzugsweise jedoch sind sie im Stratum granulosum anzutreffen.

Das homogene, nicht gefärbte Stratum compactum zeigt an allen Stellen denselben Charakter, die üblichen Unterbrechungen durch Muskel- und Bindegewebszüge mit Blutgefäßen bedürfen nicht besonderer Betonung.

Auffallend ist der bedeutende Glykogengehalt der Muscularis mucosae, die an manchen Stellen in drei Schichten auftritt. Die Formen der Glykogenteilchen sind äußerst mannigfaltig, von den feinsten Stäubchen, kleinen Körnchen und Stäbchen anfangend bis zu größeren Gebilden, die offenbar durch Verschmelzung und Verklumpung kleinerer Teilchen entstanden sind. Die Fasern, die sich durch das Stratum compactum in die Propria mucosae abzweigen, verlieren schon im subglandulären Gewebe einen Teil ihres Glykogens, in der Gegend des Drüsengrundes jeder Drüse hat der Gehalt an Glykogen noch mehr abgenommen, um schließlich nach der Mitte des Drüsenkörpers zu ganz zu verschwinden.

In einigen Gefäßen der Submucosa ist nichts von Glykogen zu entdecken, während andere in ihrer Wandmuskulatur kleinere und größere Granula und Stäbchen aufweisen.

Die Längs- und Kreismuskulatur der Magenwand fällt im Gegensatz zur Muscularis mucosae durch das fast gänzliche Fehlen des Glykogens auf. Die Serosa enthält kein Glykogen.

Duodenum: Sehr deutlich stechen die Becherzellen durch die lebhafte Rötung von den übrigen Zellen ab. Es bestätigt sich immer wieder, daß die weitaus größte Mehrzahl aller Zylinderzellen des Oberflächenepithels vollständig frei von Glykogenteilen geblieben ist. Trifft man dennoch in einigen Zellen Glykogen an, so handelt es sich in der Regel nur um spärliche Körnchen, die wie versprengt erscheinen. Die Form dieser Granula ist unregelmäßig, bald größer, bald kleiner. Ein Unterschied in der Glykogenablagerung scheint zwischen den Zylinderzellen der einzelnen Zottenabschnitte nicht zu bestehen. Sowohl auf der Kuppe, wie an den Seitenflächen trifft man in gleicher Weise Glykogenpartikel.

Verfolgt man am ganzen Umfang der Zotten den Cuticularsaum, so erscheint er uns bei schwacher Vergrößerung in seiner ganzen Ausdehnung wie ein roter Faden, der sich an der Peripherie der Zylinderzellen hinzieht. Nach der Basis der Zotten zu findet man jedoch diesen roten Saum nicht oder nicht immer. Stets ist er an der Kuppe vorhanden. Ueber den Bau dieses rotgefärbten Cuticularsaumes kann man sich nicht an allen Stellen orientieren. Manchmal erscheint er verschwommen, sodaß man Einzelheiten nicht mit unbedingter Sicherheit erkennen kann. An manchen, besonders dünnen Stellen ist deutlich die Strichelung, wie sie oben beschrieben wurde, bemerkbar, sodaß man obige Schilderung auch für dieses Präparat als gültig ansehen muß.

Sehr charakteristisch ist das Bild, das die zwischen den Zylinderzellen in der Oberflächenschicht der Zotten gelegenen Becherzellen darbieten. Die zwei Zonen des Zelleibes, die obere den Becher tragende und die Basis, die den Kern beherbergt, sind schon äußerlich durch die verschiedene Form gekennzeichnet. Deutlicher wird der Unterschied durch den gefärbten Becherinhalt. Man kann sagen, daß in jedem Falle der Inhalt der Becherzellen sich mit Bests Karmin tingiert hat. Ist der Becher nicht gefärbt, so ist der Inhalt entleert worden, mithin kann er sich auch garnicht färberisch darstellen lassen. Als Beweis für diese Behauptung glaube ich mit Recht die Beobachtung anführen zu können, daß ich in manchen Fällen bemerkte, wie der rot-

gefärbte Inhalt der Becherzellen das Niveau der ganzen Umgebung überragt, sich also im Zustand der beginnenden Entleerung befindet. Die Form der Glykogenbestandteile, die die rotgefärbte Masse im Innern der Becherzellen darstellt, ist sehr verschieden. Neben kleinsten Kügelchen liegen gröbere Schollen, es erscheint die Glykogenmasse dicht verfilzt.

Der Raum, den benachbarte Zotten einschließen, ist zwar sehr schmal, zuweilen findet sich aber darin doch eine geringe Menge homogener Substanz, die an einigen Stellen rotgefärbte Glykogengranula aufweist.

Das Stroma der Zotten enthält viele Leukocyten, von denen ein kleiner Teil in ihrem Leibe Glykogengranula in geringer Zahl enthalten. Unter den Mukelfasern trifft man auch nur wenige glykogenhaltig. Es handelt sich da auch nur um wenige Körnchen.

In den Epithelzellen der Darmeigendrüsen findet man das Glykogen in verschiedener und dabei charakteristischer Verteilung. Die Becherzellen beherbergen in gleicher Zahl wie im Oberflächenepithel verschiedene Mengen Glykogen. Der Becher ist stets der Teil, wo man das Glykogen findet, das die Form von Körnchen verschiedener Größe besitzt und in lockerer Verflechtung anzutreffen ist. Die anderen Zellen, die die Epithelauskleidung neben den Becherzellen bilden, die Zylinder- und Körnerzellen, scheinen Glykogen überhaupt nicht zu enthalten. Der Inhalt des Lumens ist geringgradig glykogenhaltig.

Die zwischen den Darmeigendrüsen zutage tretenden Ausführungsgänge der Duodenaldrüsen sind wieder sehr deutlich kenntlich. Denn alle Epithelzellen tragen in ihrem kubischen Leibe im ganzen Zellabschnitt zwischen dem flachen Kern und der Oberfläche reiche Mengen meist gleichgroßer, deutlich tingierter Glykogengranula. Eine ganz schmale Zone der Zellen, am Lumen gelegen, tritt durch besonders starke Tinktion hervor, es handelt sich hier um sehr dichte Zusammenballungen von Glykogenbestandteilen.

Das Interstitium der Lamina propria der Darmeigendrüsen weist viel glatte Muskelfasern, Lymphocyten und Bindegewebszellen auf. Doch ist von Glykogen nur sehr wenig zu bemerken, höchstens in einigen wenigen Muskelfibrillen und Lymphocyten trifft man ein paar kleine Granula an. Doch sind im großen und ganzen die positiven Befunde sehr gering.

Die Muscularis mucosae fällt durch den fast völligen Mangel des Glykogens auf. Lange Strecken findet man im Präparat, die nicht die geringste Spur von Glykogen aufweisen. Nur ganz vereinzelt sieht man ein solches Körnchen.

Dagegen ist der Leib der Duodenaldrüsenepithelien strotzend mit Glykogengranula erfüllt. Die Körnchen besitzen alle die gleiche Größe und durchsetzen in dichter Zusammenscharung den ganzen Zelleib. Dicht am Kern und selbst dicht an der Wand der Zelle sind sie zu treffen. Das Cytoplasma, das man zwischen den einzelnen Granula gewahrt, erscheint homogen rosarot gefärbt. In den paranukleären Partien des Zelleibes scheinen die Glykogenpartikel in geringerer Dichte zu liegen. Im Interstitialgewebe zwischen den Drüsen-Alveoli sind Glykogengranula zu finden, die an Leukocyten und Muskelfasern gebunden sind.

Die Wandmuskulatur des Duodenums enthält nur ganz spärliche Granula. Die Glykogenfunde sind noch seltener als in der Muscularis mucosae. Die Serosa ist glykogenfrei.

Katze IV.

4 Monate alt, 48 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Da in den die Lamina propria bildenden Schichten der Magenschleimhaut dieses Tieres Unterschiede zwischen Fundus- und Pylorusdrüsenabschnitt bestehen, müssen die Befunde dieser Teile getrennt wiedergegeben werden.

Die hochzylindrischen Zellen des Oberflächenepithels des Fundusdrüsenteils tragen ihren Kern bald im zweiten, bald im dritten Viertel (von der Basis aus gerechnet). Der Kern selbst ist nicht größer als ein Fünftel bis ein Viertel der Länge der Zelle; er ist zylindrisch gestaltet und enthält nur wenig Chromatin. Der Teil der Zelle, der zwischen Kern und Oberfläche liegt, ist stark mit Bests Karmin gefärbt. Dicht zusammengelagerte kleinere oder größere Glykogengranula stellen diese rotgefärbten Massen dar. Doch nimmt dieses Glykogenkonglomerat in der Zelle einen relativ und absolut kleineren Raum ein, wie

beim gefütterten Tiere gleichen Alters. Außerdem entdeckt man zwischen dieser dichten Anhäufung von Glykogen und dem Kerne fast regelmäßig eine Anzahl weiter auseinanderliegender kleiner Granula, an denen man das starke Lichtbrechungsvermögen naturgemäß deutlicher erkennen kann, als an den Stellen stärkerer Anhäufung. Obwohl der Kern relativ breit und der Raum seitlich zwischen Kern und Zelle sehr schmal ist, haben doch einzelne kleinere und größere Glykogengranula Platz gefunden. Die Zellbasis weist dichte Anhäufungen von Glykogen nicht auf, doch finden sich genau wie im supranukleären Teile meist gleichgroße Granula verstreut vor. Dasselbe Bild bietet sich in den Zellen dar, die den Uebergang zur Epithelauskleidung der Magengrübchen bilden. Man muß an ihnen ebenso die verschiedenen Teile unterscheiden Den oberflächlich gelegenen Teil erfüllt die dicht verflochtene Glykogenmasse, dann folgen nach dem Kerne zu einzelne Körnchen; peri- und infranukleär trifft man wieder einige Partikelchen; die meist kugelige Gestalt ist überall anzutreffen. Daß natürlich geringe Abweichungen vorkommen, wie Ausbuchtungen und durch verschiedenen Druck von benachbarten Teilen her bedingte Abflachungen, nimmt nicht wunder.

An der Epithelauskleidung der Magengrübchen entdeckt man, daß die Größe der Zellen nach der Tiefe zu abnimmt. In den größeren Zellen liegen infra- und paranukleär Körnchen und Schollen von Glykogen; in den kleineren, also nach der Tiefe zu gelegenen Zellen vermißt man dagegen solche Bestandteile. Stets finden sich aber in dem nach der Oberfläche gelegenen Abschnitt ähnliche Glykogenanhäufungen, wie sie im Oberflächenepithel beschrieben wurden. Dicht gedrängt liegt ein Körnchen neben und über dem anderen, sodaß die leuchtende, aus Einzelkörnchen bestehende, rote Masse von den ringsum gelegenen ungefärbten Partien der Zelle sich abhebt. Einzelne Glykogenkörnchen zwischen Kern und der Gesamtmenge des Glykogens kommen, wie sie im Oberflächenepithel anzutreffen waren, seltener als dort vor und sind geringer an Zahl. Im Lumen des Grübchens findet sich, wie auch auf der Schleimhautoberfläche, ein Inhalt meist nicht vor. Nur ganz selten bekommt man einmal ein Magengrübchen zu Gesicht, das eine kleine Menge annähernd homogener Substanz in seinem Lumen birgt, worunter sich ganz vereinzelt ein paar Schollen Glykogen befinden. Meist jedoch

lassen die Grübchen auf Längs- wie Querschnitten gar kein Lumen erkennen, da die gegenüberliegenden Epithelien sich mit ihrer Oberfläche berühren.

Betrachtet man mit schwacher Vergrößerung die Fundusdrüsen, so fällt wie bei den anderen Tieren, wieder die etwa strichförmige Rötung parallel dem Lumen auf, sie ist ab und zu unterbrochen, sodaß zwischen den einzelnen Teilen des Striches auch Punkte hervortreten. Mit Oelimmersion erkennt man dann im Mündungsstück, daß im Anschluß an die Grübchenzellen die das Lumen bildenden Zellen in ihrem Oberteil Glykogengranula enthalten, die zylindrische oder ähnliche stereometrische Gebilde darstellen und mit ihrer Längsachse parallel zur Oberfläche liegen. Diese Formen der Glykogenbestandteile sind deutlich als Aneinanderlagerungen kleinster Schollen, Körnchen oder Kügelchen zu erkennen. Die Zellen des Mündungsstücks, die als Glykogenträger in Frage kommen, sind kubisch und mit flachem Kern ausgestattet, sind demnach als Nebenzellen anzusprechen. Das Glykogen läßt regelmäßig die dem Kern benachbarten Partien frei. Die Hauptzellen des Mittelstücks tragen im oberen Teile des Cytoplasmas die Glykogenbestandteile. Die meisten dieser Hauptzellen enthalten Anhäufungen kleiner Granula, nur ausnahmsweise ist die eine oder andere freigeblieben. Wir treffen in ihnen das Glykogen in allen Teilen, zuweilen dichter im oberen Abschnitt; das zwischen diesem und dem Kern gelegene Viertel ist regelmäßig mit nur wenigen Granula verschiedener Gestalt besetzt, in gleicher Weise tritt das Glykogen para- und infranukleär auf, es ist bloß hervorzuheben, daß hier die positiven Befunde noch seltener sind. Der Leib und Kern der Belegzellen aller Drüsenabschnitte erscheint überall in der gleichen Weise durchsichtig und homogen, ohne die geringste Spur von Glykogen. Das gleiche Bild wie im Mündungsstück bietet sich bei Betrachtung des Mittelstücks und Drüsengrundes dar. Immer wieder ist im oberen Zellabschnitt das Glykogen zu größeren Mengen aus kleinen Teilchen bestehend zusammengehäuft. Ueber, unter und neben dem Kerne treten manchmal ein paar kleine Granula auf, im ganzen sind aber nur wenige Zellen mit Glykogen versehen. Bemerkenswert erscheint mir die Beobachtung, daß glatte Muskelfasern, die sich im Interglandulargewebe hinziehen, in ihrem Innern große Glykogen-„fäden“ aufweisen. Sie lassen sich bis an das Grübchen hin

verfolgen und weisen selbst da noch Glykogen auf, wenn es auch nur einzelne Fasern sind.

Im Stratum granulosum enthalten nur die Muskelfasern und wenige Leukocyten Glykogenpartikel. Die Bindegewebszellen sind frei davon. Das Stratum compactum tritt uns wieder als homogene Schicht entgegen. Die dreischichtige, kreuzweise und schräg verlaufende Muscularis mucosae ist wieder durch ganz bedeutenden Reichtum an Glykogen ausgezeichnet. Ganz mannigfaltige Formen stellen hier die Glykogenteile dar, von kleinen Granula anfangend bis zu polymorphen oder gelappten Schollen.

Lamina propria mucosae des Pylorusdrüsenabschnittes: In allen Teilen der Schleimhaut, vom Oberflächenepithel bis zum Stratum granulosum, fällt im mikroskopischen Bilde als ganz und gar charakteristisch auf, daß stärkere Rotfärbung in den Zellen vollständig fehlt. Auch nicht das geringste dunklere Rot ist hier zu entdecken, wie man es mit der Glykogenfärbung nach Best bei den übrigen Katzen zu sehen gewöhnt ist. Die überwiegende Mehrzahl aller Zellen läßt überhaupt jedes rote Körnchen vermissen. Nur als ganz seltene Befunde bieten sich Stäubchen mit blaßrosaer Färbung dem Auge dar.

Die Oberflächenepithelien sind absolut frei von Glykogen. In ganz wenigen Zellen der Grübchenauskleidung sind lumenseitig rötliche Partien anzutreffen, doch sind sie nicht charakteristisch genug, um nach ihrem Aussehen als glykogenhaltig identifiziert werden zu können.

Am ehesten entsprechen dem gewohnten Bilde die Pylorusdrüsenzellen, die im Drüsengrunde liegen. Daselbst trifft man über den ganzen Zelleib lose verstreut rote Granula vom charakteristischen Aussehen der Glykogenteile. Im Lumen mancher Drüsen finden sich homogene Massen vor, die zwar eine kräftige rote Farbe angenommen haben, aber vollkommen homogen, strukturlos und frei von körnigen Bestandteilen sind, Glykogen also nicht in sich bergen. Die Pylorusdrüsenzellen weisen um so weniger solcher Bestandteile auf, je höher sie nach dem Ausführungsgang hin liegen, bis die letzten den Gangdrüsen benachbarten Zellen wieder wie diese völlig frei sind.

Die Muscularis mucosae trägt, wenn auch nicht besonders viel, so doch immer noch reichlich Glykogen, wie wir es bei

anderen Tieren schon gesehen haben, die sich im Hungerzustande befinden.

Uebereinstimmend sind die Glykogenbefunde in der Lamina submucosa, der Tunica muscularis und Serosa der Fundus- und Pylorusdrüsenportion des Magens. Die in den lockeren Maschen des submukösen Bindegewebes liegenden Blutgefäße lassen in ihren muskulären Elementen ab und zu ein paar Körnchen erkennen. Im übrigen kommen höchstens wenige glatte Muskelfasern, die von der Muscularis mucosae herrühren, als glykogenhaltig in Frage. In den Fibrillen der Wandmuskulatur kommen größere Zusammenballungen von Glykogen nicht vor, man sieht jedoch überall verstreut kleinste und feinste stäubchenartige Gebilde, die die Färbung nach Best angenommen haben und auch durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen als Glykogen identifiziert werden.

Die Serosa ist glykogenfrei.

Duodenum: Die Zylinderepithelzellen der Duodenalzotten sind durchgehends dadurch ausgezeichnet, daß sie in ihrem Innern Glykogenbestandteile nicht tragen. Eigentümlich und auffallend ist im Präparat eine Stelle, an der auf ca. 25 bis 30 Zellbreiten alle Zylinderzellen in dem Raume zwischen Kern und lumenseitiger Wand viel Glykogengranula von gleicher Größe enthalten, die so angeordnet sind, daß sie in der Nähe des Kernes vereinzelt und dabei regelmäßig ausgestreut liegen. Nach dem Lumen zu liegen sie dichter, sodaß man an der lumenseitigen Wand die dichteste Anhäufung antrifft. Der Cuticularsaum tritt wenigstens an der oberen Hälfte der Zotten durch eine relativ kräftige Färbung hervor. Der Saum selbst erscheint viel zarter und dünner, wenigstens soweit er die rote Farbe angenommen hat; dadurch, daß man am Saume eine Punktreihe, die nur wenig unterbrochen ist, feststellen kann, ist anzunehmen, daß wieder die einzelnen strichförmigen Kanälchen eine Glykogenauskleidung tragen, wovon jedes einem rottingierten Punkte im mikroskopischen Bilde entspricht, während die ungefärbte Stelle zwischen je zwei Punkten dem intercanaliculären Raume entspricht.

Die im Epithel auftretenden Becherzellen lassen eine schwachrote Tinktion ihres Becherinhaltes erkennen. Der Farbton ist in der Hauptsache überall gleich, selten ist er dunkler. Die Bestandteile, die die Bestsche Karminfärbung angenommen

haben, sind relativ große Schollen von homogener Struktur; meist nähern sie sich der Kugelform. Sehr selten trifft man Becherzellen, die ungefärbt geblieben sind. Ihr Leib erscheint stark lichtbrechend.

Im Gerüstwerk der Zotten findet man unter vielen ungefärbt gebliebenen Lymphozyten ab und zu einige, die in ihrem Zelleib Glykogengranula aufweisen, die sich mit Bestschem Karmin intensiv tingiert haben.

Im intervillösen Raume trifft man eingelagert in eine homogene Masse einzelne Körnchen, die die Bestsche Färbung angenommen haben.

Die Schläuche der Darmeigendrüsen sind im histologischen Schnitte meistens in ihrer ganzen Ausdehnung getroffen, sie liegen parallel nebeneinander; an ihrer Auskleidung kann man die kubische Form der Zellen und den basal gelegenen kugeligen Kern genau erkennen. Auch nicht das feinste Glykogenstäubchen ist im Zellinnern nachzuweisen. Selbst die Becherzellen, die sonst immer eine deutliche Rötung aufweisen, lassen nur ein ganz schwach rosa tingiertes Gerüstwerk erkennen. Im tiefsten Grunde des blinden Drüsenendes trifft man in einigen wenigen Körnerzellen (Paneth) etliche Granula, die die Bestsche Karminfärbung angenommen haben. Im übrigen sind rotgefärbte Granula (auch im Lumen) nicht mehr zu finden.

Im Interglandulargewebe trifft man in einigen Lymphozyten rote Glykogenkörnchen.

Besonders heben sich die Ausführungsgänge der Duodenaldrüsen von den Schläuchen der Glandulae intestinales propriae ab. Wie sonst immer, so sind auch hier diese Gänge durch das kubische Epithel mit dem flachen, basal gelegenen Kern identifiziert. Alle Teile des Cytoplasmas erfüllen gleichmäßig rote Granula von gleicher Größe. So erscheinen die Zellen wie mit Glykogen besät.

Auch im Lumen erscheinen Fäden, die durch Aneinanderlagerung von Glykogengranula entstanden sind.

In der Muscularis mucosae sieht man feinste Glykogengranula in großen Abständen auftreten, sodaß gegenüber dem Magen der Mangel sehr erheblich ist.

Dem gleichen Bilde, das die Ausführungsgänge boten, begegnen wir im Epithel der Duodenaldrüsen selbst. Wir sehen, wie in dichter Menge feine Glykogenkügelchen gleicher

Größe den ganzen Leib der Zelle erfüllen. Nur die Basis scheint regelmäßig frei zu bleiben. Das Interstitialgewebe weist manchmal in Leukozyten Glykogengranula auf.

Völlig glykogenfrei erweist sich die Wandmuskulatur und die Serosa des Darmes.

Katze V.

6 Wochen alt, 4 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Auffällig ist in der Magenschleimhaut dieses Tieres die geringe Rotfärbung der Epithelzellen aller Drüsenabschnitte. Wenn auch die Zahl der das Glykogen beherbergenden Zellen nicht geringer ist als beim gleichaltrigen Hungertiere, so ist doch die Anhäufung des Glykogens nicht so dicht erfolgt, wie das sonst zu konstatieren war.

Im oberen Drittel der hochzylindrischen Zellen des Oberflächenepithels lagert ein „Glykogenballen" von lockerem Gefüge, der das Drittel nicht ganz ausfüllt, sondern sowohl nach den Längsflächen wie nach dem Kerne hin einen Zwischenraum freiläßt. In diesem Teile des Cytoplasmas lassen sich rotgefärbte Substanzen nicht entdecken. Auch im paranukleären Cytoplasma findet sich nichts vor, was auf Glykogen deutet. Aber in der Zellbasis mancher Zellen liegt Glykogen, das der spitzen Form dieses Zellteiles genau entsprechend in Gestalt einer aus einzelnen Granula bestehenden Spindel angeordnet ist.

An der Epithelauskleidung der Magengrübchen ist eine Abnahme des Glykogens zu bemerken, und zwar so, daß man immer weniger Glykogen in jeder einzelnen Zelle antrifft, je weiter man von der Magenoberfläche weg nach dem Drüsenkörper geht. In den Zellen des Magengrübchenepithels, die dem Oberflächenepithel benachbart sind, ist die Art der Anordnung und die Menge ganz die gleiche, wie in den geschilderten Oberflächenepithelien. Im oberen Drittel oder Viertel jeder Zelle befindet sich der aus Glykogengranula bestehende rotgefärbte „Keil", darauf folgt zwischen ihm und dem Kerne ein glykogenfreier Cytoplasmateil. In der Zellbasis kommt Glykogen in Form von Granula oder Granulazusammenballungen vor. In allen Teilen der Zelle nimmt die Menge des Glykogens ab, je weiter

man die Zellen nach dem Mündungsteile hin verfolgt. Es geht die Abnahme jedoch nicht so weit, daß die Epithelien des Grübchens vollständig frei von Glykogen würden. In manchen Uebergangszellen des Mündungsteiles ist überhaupt kein Glykogen zu finden, andere erscheinen ganz fein bestäubt, wieder andere tragen in ihrem Inneren deutliche Granula von der Größe, wie sie im Oberflächenepithel die Masse des Glykogens bilden. Die wenigen Nebenzellen, die man ab und zu im Präparate zu Gesicht bekommt, erscheinen ebenfalls glykogenfrei. In gleicher Weise, wie in den Magengrübchenepithelien die Glykogenbestandteile abnehmen, erfolgt in der Richtung nach dem Grunde in den Hauptzellen des Drüsenkörpers die Zunahme. Zuerst treten in einigen Zellen kleine Stäubchen auf, dann kann man kleine Granula wahrnehmen, bis schließlich, allerdings in lockerem Gefüge, einzelne Granula zu einem Ganzen verwoben sind. An vielen Stellen des mikroskopischen Bildes sind Zellen des Drüsengrundes am stärksten mit Glykogen gefüllt, an anderen Stellen sind sie alle frei geblieben. Es besteht keine Gesetzmäßigkeit.

Im Pylorusdrüsenteil nimmt im Epithel, das die Zwischenstufe zwischen dem der Magengrübchen und des Ausführungsganges darstellt, die Zahl der Glykogengranula zu. Ihre Menge in den Epithelien des Ausführungsganges und Drüsenendstückes ist im allgemeinen gleich, sodaß man in allen diesen Zellen dieselbe Intensität der Rotfärbung zu Gesicht bekommt. Auch die Stelle, an der man das Glykogen bemerkt, ist in allen Zellen gleich. Das Glykogen tritt sowohl im Ausführungsgang, wie im Körper der Pylorusdrüsen im Abschnitt zwischen Kern und lumenseitiger Wand auf. Dabei besitzen fast alle Körnchen gleiche Größe; nur hier und da tritt uns eins entgegen, das größer als die übrigen ist.

Das zellreiche Stratum granulosum sticht durch den völligen Mangel an Glykogen und die chromatinreichen Kerne vom umliegenden Gewebe ab. Das Stratum compactum ist durch seine glasartige homogene Beschaffenheit und den totalen Mangel gefärbter Elemente hervorgehoben. Umsomehr hebt sich die Muscularis mucosae heraus, da sich in allen drei Schichten der schräg zueinander verlaufenden Fasern Glykogenbestandteile und Kerne dem Auge darbieten. Neben den teils chromatinreichen, teils -ärmeren Kernen, die im Längs-, Schräg- und Querschnitt getroffen sind, bemerkt man in der Muskelfibrille

kleine und größere Glykogenkörnchen. Auch zu Spindeln sind Glykogenteile vereinigt. Doch so bedeutend wie sonst scheint hier der Glykogengehalt nicht zu sein.

In den mehr oder weniger dichten Maschen des submucösen Bindegewebes und in dessen Fasern findet sich kein Glykogen; selbst die Gefäßmuskulatur und Muskelfasern, die entweder von der Muscularis mucosae oder der Wandmuskulatur stammen, lassen im Präparat die Glykogenfärbung vermissen.

Auffallend ist der Befund an der Wandmuskulatur. Es scheint auch nicht ein Glykogenkörnchen in der Unmasse von glatten Muskelfasern vorzukommen. Lediglich die Partie nach der Serosa zu, die selbst glykogenfrei ist, läßt wenige rotgefärbte Granula erkennen.

Duodenum: Die Zylinderzellen des Darmzottenepithels erscheinen im allgemeinen glykogenfrei. Nur in wenigen Zellen begegnet man an verschiedenen Stellen des Cytoplasmas Glykogenbestandteilen der verschiedensten Formen. So liegt in einer Zelle supranukleär eine Scholle rotgefärbten Glykogens. Bei einer anderen findet man im lumenseitigen Viertel etwa 5 bis 8 kleinste kugelige Granula. Ein andermal ist in der Basis eine geringe Zahl kleiner Körnchen anzutreffen. In ganz unregelmäßiger Weise verteilen sich somit die Glykogengebilde auf die Zellabschnitte.

Am Cuticularsaum lassen sich deutlich zwei Zonen erkennen. Die nach dem Darmlumen zu gelegene Mündung der Kanälchen präsentiert sich als mit Bests Karmin rotgefärbtes Pünktchen. Der andere größere Teil, der nach dem Körper der Epithelzellen führt, ist in seiner ganzen Ausdehnung ungefärbt geblieben und läßt besondere Strukturmerkmale nicht erkennen. Es muß erwähnt werden, daß die weitaus größte Strecke des Saumes die beschriebene Färbung angenommen hat.

Im Oberflächenepithel heben sich die Becherzellen regelmäßig durch den rotgefärbten Becherinhalt von den benachbarten Zylinderzellen ab. Dieser Becherinhalt hat die Bestsche Färbung bald stärker, bald schwächer angenommen. Demgemäß sind die Glykogenbestandteile, die als Träger des Farbstoffs allein in Frage kommen, bald in größerer, bald in geringerer Menge vorhanden. Das so entstehende Netzwerk ist verschieden dicht verflochten. Das Glykogen trifft man bald als feinste Stäubchen, bald als

kleinste Granula, bald als grobe Schollen oder größere Kügelchen an. Mitunter begegnet man einer Becherzelle, die vollständig ungefärbt geblieben ist.

Die in den intervillösen Räumen befindliche homogene Masse enthält an manchen Stellen dichter, anderswo nur vereinzelt kleine Granula, die sich mit Bests Karmin lebhaft tingiert haben. Im Zottenstroma trifft man allerdings selten Glykogengranula an Muskelfasern und an Leukozyten gebunden an. Ueber die Art und den Ort der Verteilung der Glykogenpartikel in diesen Zellen ist nichts spezifisches zu sagen. In den Fettzellen, die mir zu Gesicht kamen, waren Glykogenbestandteile nicht zu finden.

Die Zylinderzellen der Epithelauskleidung der Darmeigendrüsen erscheinen in ihrem Cytoplasma getrübt. Nur wenige haben sich mit Bests Karmin tingiert und dabei so schwach und diffus, daß körnige, auf Glykogen hinweisende Elemente nicht zu finden sind. Selbst die Becherzellen sind ganz verschwommen hellrosarot gefärbt, sodaß in ihnen Glykogenbestandteile als nicht oder in nur geringem Maße vorhanden angesehen werden müssen.

Leukozyten, die im Interglandulargewebe auftreten, lassen — wenn auch nur selten — an einem Zellpole Glykogengranula in teils dichter, teils lockerer Aufhäufung erkennen.

In den Epithelien der Duodenaldrüsen tritt uns wie immer das bekannte typische Bild entgegen. Feinste rosarot gefärbte leuchtende Kügelchen und Körnchen liegen wie ausgesät in allen Teilen der Zelle und erfüllen das Cytoplasma gleichmäßig; nur der kleine Basisabschnitt bleibt in der Regel leer. Außer niedrig zylindrischen Zellen mit kugeligem Kern sind niedrig kubische mit plattem Kern zu finden. Auch in diesen ist das Bild das gleiche. Immer sind die feinsten, fast stäubchenartigen Granula im ganzen Zelleib zu finden.

Dieselbe diffuse feine Bestäubung trifft man im Epithel der Ausführungsgänge. Die platteren Zellen tragen das Glykogen vorwiegend im supranukleären Zellabschnitte. Sehr arm an Glykogenbestandteilen sind die Muskelfibrillen der Muscularis mucosae und der Tunica muscularis.

Die Serosa ist glykogenfrei.

Katze VI.

6 Wochen alt, 48 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Der Magen enthielt keinen Inhalt mehr. Dementsprechend finden wir auch hier über dem Oberflächenepithel keine Spur von aufgelagerter Substanz. Das sehr hohe Epithel mit langem, spindel- oder keilförmigem Kern, der wenig Chromatin führt, läßt im oberen Viertel eine dichte Verfilzung von Glykogenbestandteilen erkennen. Die Menge des Glykogens wird von lauter kleinen Körnchen oder ähnlich geformten Partikeln gebildet, die in ihrer Gesamtheit ein nach der Umgebung hin ziemlich gleichmäßig und scharf abgegrenztes Ganzes bilden. Zwischen diesem Glykogenkonglomerat und der anliegenden Zellwand sind einzelne Teile, die etwa abgesprengt sein könnten, nicht zu erkennen. Ebenso ist auch der Teil der Zelle, der zwischen Kern und der Glykogenanhäufung liegt, fast regelmäßig völlig leer von rotgefärbten Substanzen geblieben. Das gleiche Bild ist bei der Untersuchung der Abschnitte anzutreffen, die rings um den Kern herum liegen; in der Basis der Zelle dagegen kommen (allerdings selten) einzelne kleinste Granula oder schließlich auch einmal größere Schollen von Glykogen vor, die aber durch ihre Struktur den Aufbau aus kleineren Elementen vermuten lassen.

Die Epithelauskleidung der Magengrübchen ist nach Form und Größe den Oberflächenepithelien gleich. In derselben Weise hat auch die Lagerung des Glykogens stattgefunden. So ist der größere Teil des oberen Viertels mit Glykogengranula dicht erfüllt. In den allermeisten Fällen erreicht diese Glykogenzone allerdings den Kern an seiner lumenseitigen Fläche. Bleibt einmal eine Lücke zwischen Kern und Glykogenmasse, so ist diese Lücke meist ungefärbt. Ebenso ist als Regel aufzustellen, daß die übrigen Zellteile, wie die paranukleären Abschnitte und die Basis der Zelle Glykogenteile nicht führen. Ausnahmen kommen jedoch vor. Stets aber hat der Kern als glykogenfrei zu gelten.

In dem Leib der kubischen Uebergangszellen des Mündungsstücks der Fundusdrüsen hat sich das Glykogen in der lumenseitigen Partie angesammelt. Die kleinen Granula oder Kügelchen, die sich hier vorfinden, haben sich zu einem Ganzen vereinigt, an dem man deutlich den Aufbau aus kleineren Elementen feststellen kann. Diese Masse stellt das Gros des in den Zellen enthaltenen Glykogens dar. Denn mit der gleichen Gesetzmäßigkeit wie beim Grübchenepithel ist in den anderen Zellabschnitten (supra-, para-, infranukleär) der Zelleib gleichmäßig ungefärbt geblieben, und stark lichtbrechende Teilchen, die etwa auf un-

gefärbtes Glykogen hindeuten könnten, lassen sich nicht wahrnehmen. Die wenigen Nebenzellen enthalten geringe Mengen Glykogen; auch sind nicht alle dieser Zellen glykogenhaltig. Die Art und Form der Ablagerung entspricht dem bei den Uebergangszellen geschilderten Befunde. Ein Blick bei schwacher Vergrößerung lehrt, daß die Gegend des eigentlichen Drüsenkörpers in zwei Zonen einzuteilen ist, in eine nach der Submucosa zu gelegene, in der lediglich die Kerne gefärbt sind, und die andere nach dem Mündungsstück hinzeigende Partie, deren Epithelauskleidung neben den Zellkernen viel rotgefärbte Massen enthält. Diese Zellen sind durch ihren kubischen Leib mit dem kugeligen Kerne als Hauptzellen anzusehen und liegen im Mittelstück des Drüsenkörpers. Bald entdeckt man im oberen Drittel des Zelleibes einzelne Granula, die willkürlich nebeneinander liegen, sodaß man deutlich zwischen ihnen das Cytoplasma erkennen kann; häufiger jedoch und konstanter sind die einzelnen Teilchen zu einem Gebilde zusammengefaßt, das, ohne sich dem zur Verfügung stehenden Raume unbedingt anzupassen, etwa der Form der Zelle entspricht. Bemerkt sei, daß der perinukleäre Raum nicht mit in Betracht kommt. Er enthält wohl ab und zu ein paar Granula, sodaß man bald infra-, bald para-, bald supranukleär ein rotgefärbtes Glykogenkörnchen entdeckt. Fast ohne Unterbrechung ist eine glykogenhaltige Zelle an die andere gereiht, bis mit einem Male an einer bestimmten Stelle das Glykogen aufhört und bis in die Tiefe des Drüsengrundes nicht wieder auftritt. In den Zellen des Grundes selbst ist auch nicht ein Körnchen zu finden. Dieses Bild tritt uns in der großen Mehrzahl der Fundusdrüsen entgegen. In wenigen Fundusdrüsenkörpern folgen auf diesen geschilderten gleichmäßig tingierten Zellabschnitt (Mittelstück) im Drüsenkörper ein paar Zellen, die die Bestsche Färbung in gleicher Weise angenommen haben, wie die Hauptzellen des Mittelstücks. Es kann dann selbst am Grunde des Körpers eine Zelle Glykogenmassen enthalten. Als konstant glykogenfrei erwiesen sich immer wieder die Belegzellen und alle Zellkerne.

Eine deutliche Unterscheidung der Epithelien des Ausführungsganges und des Drüsenendstücks der Pylorusdrüsen durch die Färbung mit Bests Karmin ist nicht möglich. Der Farbton ist in allen Drüsenportionen derselbe zartrote. Sowohl die Epithelien des Ausführungsganges wie des Endstücks weisen

die Glykogenfärbung im gleichen Abschnitt der Zelle auf, nämlich im lumenseitigen Drittel; diese dichtgekörnte Masse stellt die Hauptmenge des Glykogens dar. Daneben erfüllen verstreut liegende Granula die übrigen Zellabschnitte, sodaß bei mittelstarker Vergrößerung dieser Teil neben der dichten Masse des Glykogen„pfropfs“ als mit rosafarbigen Stäubchen fein besetzt erscheint.

Das Interglandulargewebe trägt je nach dem Orte, ob es am Drüsengrunde oder am Mündungsstück gelegen ist, verschiedene Mengen Glykogensubstanzen von verschiedener Größe. Die meisten und größten Glykogengranula sind im Bereiche des Grundes anzutreffen; auf dem Wege nach dem Magenlumen zu nimmt die Zahl und Größe immer mehr ab, sodaß direkt unter dem Oberflächenepithel Granula nicht mehr zu konstatieren sind.

Die eigentlichen Zellen des Stratum granulosum weisen Glykogen nicht auf. Nur an den Stellen, wo glatte Muskelfasern hindurchtreten, befindet sich in diesen Muskelzellen Glykogen. Das gleiche Bild treffen wir im Stratum compactum.

Durch bedeutende Mengen Glykogen zeichnet sich die Muscularis mucosae aus. In jeder der zwei bis drei Schichten tragen die Muskelfibrillen Glykogen, das entweder in Form einzelner Körnchen auftritt oder aus einzelnen Körnchen zu einem spindelförmigen Gebilde aufgebaut ist.

Das lockere Geflecht der Submucosa weist kein Glykogen auf. Nur soweit glatte Muskulatur in Frage kommt, wie die der Gefäße, oder von der Muscularis mucosae abgezweigte Fasern, ist Glykogen vorhanden.

Die Wandmuskulatur fällt wieder durch die Armut an Glykogensubstanzen auf. Weder große Mengen kleiner Granula, noch große Schollen an sich sind in ihr anzutreffen, lediglich kleine Gebilde, zum Teil nur Stäubchen, sind verstreut im Gesichtsfelde zu entdecken.

Die Serosa ist glykogenfrei.

Duodenum: Da wir schon im Fundus und Pylorus des Magens bei diesem Tiere Glykogen in reicher Menge konstatierten, nimmt es uns nicht wunder, wenn wir auch im Darme diesen auffälligen Befund antreffen. So sehen wir, daß der Cuticularsaum in allen Teilen der Zotten die rosenkranzartigen Punktreihen besitzt, die auf den Glykogengehalt der feinen Kanälchen

des Saumes hinweisen. Jede einzelne Pore sieht man so durch Tinktion mit Bests Karmin dargestellt.

Die Becherzellen enthalten ganz bedeutende Mengen tiefrot tingierten Glykogens. Dieses ist in so dichter Verfilzung anzutreffen, daß selbst in dem sehr dünnen Schnitte die einzelnen Schollen nicht immer zu erkennen sind. Nur wo die Glykogenmasse einmal weniger dicht ist, kann man die Zusammenstellung aus einzelnen körnigen und kugeligen Elementen konstatieren; nur ganz selten ist eine Becherzelle frei von Glykogen.

In derselben Weise trifft man auch in den Zylinderzellen das Glykogen dicht zu einem Ballen zusammengeschlossen an; einzelne kleine Körnchen kommen nur ausnahmsweise vor. Im großen Ganzen sind aber die Glykogenfunde im Zylinderepithel selten.

Im Zottenstroma trifft man sehr selten Glykogenkörnchen an; sie sind dann in der Regel an Phagozyten gebunden.

Die intervillösen Räume lassen wenig Inhalt erkennen, worunter nur selten ein Glykogengranulum sich vorfindet.

In den Darmeigendrüsen finden wir das Bild, das sich in den Zotten bot, wiederkehren. Wieder sind es nur die Becherzellen, die das Glykogen enthalten, und auch hier in großer Menge; doch besteht kein Zweifel, daß die Menge des hier auftretenden Glykogens weit geringer ist, als in der einzelnen Becherzelle der Zotten. Die Schollen sind zwar relativ groß, wie in den Zotten, doch sind sie nicht so eng aneinandergefügt. Vielmehr befindet sich stets ein größerer Abstand zwischen den einzelnen Granula, sodaß man auch noch vom übrigen Inhalt etwas sieht. Dichte Anhäufungen von Glykogen fehlen auch in den kubischen Zellen der Darmeigendrüsen. Einzelne Granula trifft man aber hin und wieder verstreut in einer Epithelzelle an.

Der Inhalt, der sich zuweilen im Lumen vorfindet, hat in einigen granulären Elementen die Bestsche Färbung angenommen.

Im kubischen Epithel des Ausführungsganges der Duodenaldrüsen erfüllen Glykogengranula von gleicher Größe den ganzen Raum mit Ausnahme des Kernes. Auf Längsschnitten gleichen sie einem roten Strang, auf Querschnitten einem roten Ring.

Das interglanduläre Gewebe erscheint frei von Glykogenbestandteilen.

Die Duodenaldrüsen präsentieren sich wieder als reich mit Glykogengranula erfüllt. Wenn auch die Granula über die

ganze Epithelzelle fast gleichmäßig ausgestreut sind, so liegen sie doch nach dem Lumen zu dichter, sodaß man eine dunklere lumenseitige und eine hellere basisseitige Zone unterscheiden kann. Die Basis selbst ist in den allermeisten Fällen frei geblieben. Trotz des Reichtums an Glykogen kann man aber jedes einzelne Kügelchen deutlich wahrnehmen. Verklumpungen zu größeren Ballen etc. kommen nicht vor.

Die Muscularis mucosae und die Wandmuskulatur enthalten Glykogengranula in ganz geringem Maße.

Die Serosa ist glykogenfrei.

Katze VII.

3 Tage alt, 4 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Bei der Untersuchung der Drüsenelemente des Magens neugeborener Tiere fällt auf, daß die Anordnung der spezifischen Drüsenelemente in der Fundus- und Pylorusdrüsenregion nicht dem Bilde entspricht, das man sonst zu sehen gewöhnt ist. Charakteristisch in seiner Lage, Form und Anordnung ist lediglich das Zylinderepithel der Oberfläche. Tiefere Einsenkungen in Form der Magengrübchen in die Propria kommen nicht oder nur in mäßiger Zahl und geringer Tiefe vor. Am meisten entspricht noch der Fundusteil dem bekannten Bilde, während man im Pylorus den spezifischen Pylorusdrüsentypus weniger gewahrt.

Das Oberflächenepithel der Fundusdrüsenschleimhaut ist hochzylindrisch, erreicht allerdings an Größe nicht die Epithelien beim älteren Tiere. Der spindelförmige Kern nimmt etwa die mittleren zwei Viertel der Zelle ein. Im oberflächenseitigen Viertel befindet sich ein „Keil“ rotgefärbter Glykogengranula, die dicht zusammengelagert sind und alle gleiche Größe besitzen. Meist erfüllt diese Glykogenmasse das betreffende Viertel zum größten Teile; der geringe Raum zwischen ihr und dem Kerne bleibt regelmäßig ungefärbt. Auch andere perinukleäre Partien sind frei von Glykogen. Nimmt das Glykogen in einigen Zellen nur den kleineren Teil des oberen Cytoplasmaviertels ein, so weist der übrige Teil Glykogen nicht mehr auf.

Die Epithelien der Magengrübchen stehen an Länge etwas hinter den Oberflächenepithelien zurück, sind aber immerhin deutlich hochzylindrisch. Die Grübchen selbst sind sehr seicht, demnach die Zahl der auskleidenden Epithelzellen geringer. Der obere Zellabschnitt trägt Glykogengranula, die in der bekannten Weise zusammengefügt sind. Die Menge des abgelagerten Glykogens wird nach der Tiefe des Grübchens zu geringer. In den Zellen, die den Oberflächenepithelien benachbart sind, findet sich das meiste Glykogen. Konstant ist jede andere Partie des Cytoplasmas frei von kleineren oder größeren Partikelchen, mag man die Basis oder die perinukleären Cytoplasmateile durchforschen.

Die Betrachtung des eigentlichen Drüsenteiles der Fundusdrüsen lehrt, daß vorwiegend die Epithelien des Mündungs- und Mittelstücks als glykogenhaltig in Frage kommen. Die Uebergangszellen des Mündungsstücks tragen im gleichen Cytoplasmaabschnitt wie die Grübchenzellen die Glykogenbestandteile. Es folgen die glykogenhaltigen Uebergangszellen den Grübchenzellen so, daß in der Folge keine Unterbrechung in der Reihe der glykogenführenden Elemente stattfindet. Die rotgefärbte Partie der nebeneinanderliegenden Zellen stellt somit eine geschlossene Kette dar. Stets sind Zellen mit kugeligem Kern, also Uebergangszellen glykogenhaltig. Nebenzellen, die nur in geringer Zahl vorkommen, enthalten zum Teil verstreut liegende Granula. Im Drüsenkörper sind bald viele, bald wenige Hauptzellen bei der Glykogenablagerung beteiligt. In einigen Drüsenkörpern bleibt der Grund und ein Teil des Mittelstücks gänzlich frei davon, in anderen trifft man selbst in solchen Zellen, die die tiefste Lage im Grunde bilden, Glykogen in gleicher Anhäufung wie in den Uebergangszellen. Stets ist das Glykogen im oberen Zellviertel abgelagert, andere Partien der Zellen sind ungefärbt geblieben. Alle sichtbaren Belegzellen lassen in ihrem Protoplasma nicht die geringsten Glykogenbestandteile erkennen. In gleicher Weise sind die Kerne aller Zellen glykogenfrei.

Die Drüsen des Pylorusteiles der Schleimhaut sind noch nicht voll ausgebildet; vor allem ist ihre Zahl gegenüber dem interglandulär gelegenen Bindegewebe sehr gering. Während bei erwachsenen Tieren die Drüsenschläuche relativ dicht nebeneinanderliegen und das interglanduläre Bindegewebe in nur geringer Menge vorhanden ist, trifft man hier eine den Schleimhautverhältnissen bei Föten ähnelnde Struktur. Die ein-

zelnen Drüsenschläuche, die meist als Querschnitte im Präparat getroffen sind, liegen weit auseinander, sodaß das dazwischen gelegene Gewebe, das in der Hauptsache aus jugendlichem Bindegewebe besteht, den größeren Raum der Lamina propria einnimmt. Bei mittelstarker Vergrößerung erkennt man gewissermaßen palisadenartig aneinandergelagert die Epithelzellen der Magenoberfläche. Es fällt dem Auge die unbedingte Gleichmäßigkeit dieser Aneinanderlagerung auf. Während sonst im Pylorusteil der Schleimhaut ein Magengrübchen dicht am anderen liegt, sind hier die Zwischenräume zwischen je zwei Grübchen auffallend groß. An einer Stelle des Präparates fand ich 50 bis 60 Zellagen zwischen je zwei Grübchen. Die Epithelzelle ist mit einem großen spindelförmigen Kerne ausgestattet. Das magenlumenseitige Drittel aller Zellen trägt in dichter Zusammenlagerung eine große Menge Glykogengranula, deren Größe im allgemeinen gleich ist. Außer der zusammengeschlossenen Glykogenmasse kommen einzelne Teile nicht vor.

Bau und Glykogenablagerung des Grübchenepithels sind denen in der Fundusdrüsengegend gleich.

Die Grübchen setzen sich in kurze weite Schläuche fort. Meist sind sie schräg oder quer getroffen, sie verlaufen also nicht gestreckt. Ist doch einmal ein solcher Drüsenschlauch in seiner ganzen Ausdehnung getroffen, so erkennt man die Epithelauskleidung des Grübchens an der zylindrischen Form der Zellen und dem längsovalen Kern. Der Uebergang in das Drüsenepithel erfolgt sehr rasch; schon nach wenigen Zellbreiten ist das Epithel niedrig, der Kern klein geworden. Selbst im Grunde der Einsenkung ist die Form der Epithelien zylindrisch und der Kern kugelig bis längsoval. Die Glykogenbestandteile, die im Grübchenepithel schon an Menge abnahmen, nehmen auch hier einen relativ kleineren Raum der Zelle ein; sie sind aber alle in der lumenseitigen Partie der Zellen abgelagert in Form eines weniger dichten Geflechtes (als im Oberflächenepithel). Eine Ab- oder Zunahme nach dem blinden Drüsenendstück besteht nicht. Das Glykogen nimmt hier den oberen Raum der Zelle ein, an anderen Stellen ist es nicht anzutreffen.

Der größte Teil des Stratum proprium wird nicht von Drüsenelementen eingenommen. Vielmehr sind diese nur relativ spärlich vorhanden und werden von Zellen verschiedener Art

umschlossen. So sind im wesentlichen Bindegewebsfasern, Leukozyten und muskuläre Elemente anzutreffen.

Der Befund in den übrigen Schichten der Magenschleimhaut ist im Fundus- und Pylorusdrüsenteile gleich.

Das sehr zellreiche Stratum granulosum geht ohne Zwischenschicht — das Stratum compactum fehlt wie bei allen neugeborenen Tieren — in die Muscularis mucosae über. Diese ist relativ und absolut nicht so breit wie bei erwachsenen Tieren, ist aber als mehrschichtig zu erkennen. Die einzelnen Muskelfasern besitzen zwar deutlichen Glykogengehalt, die einzelnen Körnchen sind auch verschieden groß, doch ist die Menge des hier anzutreffenden Glykogens an sich nicht annähernd so bedeutend, wie wir es bei den anderen Tieren vorfanden.

Die lockeren Maschen der Subcutis sind frei von Glykogen. Wenige muskuläre Elemente beherbergen ein paar Körnchen. Die Tunica muscularis und serosa sind glykogenfrei.

Duodenum: Am Epithel der Darmzotten heben sich sehr deutlich durch die Unterschiede im Verhalten gegenüber Bests Karmin die Zylinderzellen von den Becherzellen ab. Die Becherzellen enthalten in ihrem Becher dicht verflochten eine Unmasse Glykogenbestandteile verschiedenster Form. Sie liegen zum Teil in manchen Zellen so dicht, daß es sehr schwer ist, Einzelheiten zu unterscheiden. Erst beim Vergleich mit anderen Becherzellen, in denen die rotgefärbten Substanzen den Zelleib nicht in so dichter Menge erfüllen, ist es möglich, die Zusammensetzung des Glykogenballens aus einzelnen Schollen und Körnchen zu erkennen. Da in den verschiedenen Zellen die Glykogenteile in verschiedener Menge vorhanden sind, muß man diesen Umstand in der verschiedenen Intensität der Färbung ausgedrückt finden. Tatsächlich erscheint der Leib bald heller, bald sehr intensiv dunkelrot tingiert. Daß es sich hier wieder um verschiedene Funktionsstadien der Zellen handelt, ist wohl nicht zu bestreiten. Man findet Becher, die vollständig leer und ungefärbt geblieben sind. Die Zylinderzellen sind alle frei von Glykogenbestandteilen. Mag man die an der Kuppe der Zotten liegenden Zellen oder die an der Basis gelegenen untersuchen, an allen Stellen der Oberfläche ist zu konstatieren, daß die Zylinderzellen in allen Teilen des Cytoplasmas auch nicht die Spur von Glykogengranula erkennen lassen. Selbst diffuse matte Rötungen fehlen. Jedoch

am Cuticularsaum tritt uns die bekannte Erscheinung entgegen, daß die lumenseitige Partie der Kanälchen die perlschnurartige Rötung aufweist.

Im Zottenstroma habe ich Glykogenbestandteile nicht entdecken können.

Der in den intervillösen Räumen nur spärlich vorhandene Inhalt homogener Substanzen birgt sehr wenig corpusculäre Elemente, unter denen sich Spuren von Glykogen nachweisen lassen.

Das Bild, das sich an den Epithelien der Darmeigendrüsen findet, — im Gegensatz zum Magen sind im Duodenum die Epithelzellen aller Drüsen schon deutlich — ist im wesentlichen von dem der Zottenepithelien nicht verschieden. Die Zylinderzellen sind alle frei von Glykogen. Panethsche Körnchenzellen vermag ich nicht zu finden. Zahlreich sind dagegen die Becherzellen, die relativ viel Glykogen in sich bergen. Doch gegenüber den Becherzellen, die im Epithel der Zotten liegen, ist die Menge des hier aufgestapelten Glykogens geringer. Im übrigen sind Becherzellen anzutreffen, die, wie in den Zotten, im ganzen Becher einen dichten Glykogenballen enthalten, ferner solche, in denen das Glykogen zu einem losen Netzwerk verflochten ist. In anderen wieder trifft man nur eine diffuse matte Rötung. Einige sind ganz leer und ungefärbt.

Es fällt auf, daß die Epithelauskleidung der Ausführungsgänge der Duodenaldrüsen ihren Glykogengehalt immer mehr verliert, je näher sie in die Lamina propria der Darmeigendrüsen kommen. Bemerkenswert erscheint mir ferner der Befund, daß diese Ausführungsgänge regelmäßig in einen Drüsenschlauch der Darmeigendrüsen, und zwar direkt in das blinde Ende desselben einmünden. Daß es sich tatsächlich um einen Drüsenschlauch handelt, ist am zylindrischen Epithel mit dem kugeligen Kern ersichtlich und geht aus der Tatsache hervor, daß auch Becherzellen im Verlaufe des Epithels zu finden sind. Man sieht ganz deutlich, wie die letzte kubische bis platte Epithelzelle des Ausführungsganges mit dem plattgedrückten Kerne neben der ersten zylindrischen Zelle der Darmeigendrüsen mit kugeligem Kerne liegt. Im Gegensatz zu den älteren Tieren fällt bei diesem neugeborenen Tiere auf, daß das Lumen der Darmeigendrüsen relativ weit ist, und daß sie stets mit breiter Oeffnung in den intervillösen Raum münden.

Am Epithel der Duodenaldrüsen fällt auf, daß die kubischen Zellen weniger Glykogen enthalten, als man sonst zu sehen gewöhnt ist. Die Glykogengranula sind verschieden groß. Man findet kleinste Stäubchen neben größeren, gröberen Körnchen. Abweichungen von der Kugelgestalt sind selten. Die Art der Ablagerung ist im großen und ganzen konstant. Regelmäßig ist das lumenseitige Viertel bis Drittel gleichmäßig mit Granula besetzt. Der übrige Raum bleibt meistens frei. Doch zuweilen erreichen auch feiner verteilte Körnchen den Kern. Die para- und infranukleären Zellteile sind aber stets frei von Glykogen.

Das interglanduläre Gewebe ist in gleicher Weise wie die Muscularis mucosae, die Tunica muscularis und Serosa frei von Glykogen.

Katze VIII.

3 Tage alt, 48 Stunden nach der Fütterung getötet. (Fixation und Färbung: s. Katze I.)

Magen: Die Epithelien der Magenoberfläche sind hochzylindrisch. Der chromatinreiche Kern besitzt Spindel- oder Stäbchenform, seltener Keilform, er liegt im mittleren Drittel der Zelle. Das obere Drittel der Zelle wird zur oberen Hälfte von einer rotgefärbten Substanz erfüllt, die deutlich den körnigen Aufbau des Glykogens erkennen läßt, die einzelnen Glykogengranula sind meist gleichgroß. Sie erscheinen in viel dichterer Lagerung als bisher. Die andere Hälfte dieses Zelldrittels enthält, bis zum Kern sich erstreckend, Glykogengranula, die in Perlschnurform einander folgen. Es kommen auch einzelne Granula vor, die verstreut liegen und nicht in dieser Weise aneinandergereiht erscheinen. Der Kern enthält keine Glykogengranula. In der Basis finden wir regelmäßig in schmaler Schicht liegende Körnchen, die bis ans Ende der Basis reichen und so gleichsam einen Ausguß des Basisabschnitts bilden. Diese Art der Glykogenanordnung lassen nahezu alle Oberflächenepithelzellen erkennen.

In den Epithelien der Magengrübchen lassen nur wenige Zellen Glykogen überhaupt ganz vermissen, die meisten anderen besitzen die charakteristische Anhäufung im oberflächlich gelegenen Zellteil. Daneben kommt Glykogen bei einigen Zellen

bloß in den perinukleären Abschnitten als verstreut liegende Körnchen vor.

Auffallend ist der geringe Gehalt der Fundusdrüsen an Glykogen. Die Menge des in den Drüsenepithelien aufgespeicherten Glykogens erreicht auch nicht annähernd die Masse des Glykogens, die sich in den Oberflächenepithelien abgelagert hat. Sehr deutlich hebt sich die große Zahl der Belegzellen durch ihren etwas getrübten Zelleib ab. Uebergangs- und Nebenzellen sind kaum zu erkennen. Von den Hauptzellen des Drüsenkörpers erscheint eine gewisse Zahl mit feinen Granula diffus erfüllt. Diese Glykogenstäubchen befinden sich zum Teil in Hauptzellen der Basis, zum Teil in solchen des Mittelstücks. Eine Regelmäßigkeit der Stäubchenablagerung ist nicht zu entdecken.

Deutlich hebt sich in den Pylorusdrüsen das Epithel des Ausführungsganges vom Epithel der Magengrübchen und dem des blinden Drüsenendstücks ab. Denn wenn auch die letzten Epithelzellen des Magengrübchens nur wenige Glykogengranula enthalten, so fallen die Epithelien des Ausführungsganges, der sehr kurz ist (drei bis vier Zellbreiten), durch das Fehlen jeglicher Rotfärbung auf. Allmählich, wie die Abnahme des Glykogens in den Magengrübchenzellen erfolgt, nimmt der Glykogengehalt in den Zellen des Ausführungsganges zu. Stets tritt das Glykogen in Form feinster Körnchen auf, die die lumenseitigen Zellpartien erfüllen, sodaß diese Stellen wie bestäubt erscheinen. Ziemlich scharf ist die Grenze vom glykogenhaltigen Abschnitt zum -freien. Alle sonstigen Partien in der Drüsenzelle bleiben regelmäßig frei. Da das interglanduläre Gewebe zum größten Teile aus Bindegewebs-, Muskelzellen und Leukozyten besteht, nimmt es nicht wunder, daß man auch hier Glykogengranula antrifft.

Das Stratum granulosum enthält Muskelfasern und ist von der Muscularis mucosae nicht scharf gesondert, da das Stratum compactum fehlt. Infolgedessen finden sich glykogenhaltige glatte Muskelfasern mit den Leukozyten des Stratum granulosum vermischt vor. Der Glykogengehalt dieser beiden Schichten ist unbedeutend. Die glatten Muskelzüge sind durch die roten Glykogenbestandteile deutlich kenntlich gemacht. Die Menge dieses Glykogens ist der bei der gefütterten Katze gleich. Die Tunica muscularis und serosa sind glykogenfrei.

Duodenum: Am Cuticularsaum des Zottenepithels sieht man, wie zwei Reihen von rosenkranzartig aneinandergelagerten rotgefärbten Punkten an der ganzen Zirkumferenz der Zotten entlang laufen. Es haben demnach die beiden Oeffnungen der Kanälchen, sowohl die darmlumenseitige, wie die nach dem Zellinnern gelegene „Pore", die Bestsche Färbung angenommen. Meist ist der Teil des Kanälchens, der zwischen diesen zwei „Poren" liegt, ungefärbt geblieben. An manchen Stellen jedoch tritt uns ein mattrosaroter Schein entgegen. Die Epithelzellen der Zotten selbst sind regelmäßig frei von Glykogen. Findet man in einer Zelle ein paar Granula, so handelt es sich stets um ein außerordentlich seltenes Vorkommnis. Selbst die Becherzellen sind relativ arm an Substanzen, die die Bestsche Karminfärbung angenommen haben. Im Becherinhalt kann man stets einzelne rotgefärbte Körnchen wahrnehmen. Denn die Regel bildet die diffuse Verteilung der Glykogengranula. Seltener liegen die nach Best gefärbten Substanzen dichter und zu einem Netz verflochten. In manchen Becherzellen sind die wenigen Granula zu zählen. Andere sind ungefärbt geblieben.

Im Stroma der Zotten findet man Glykogenpartikel in sehr wenigen Leukozyten, unter Umständen auch einmal in einer Muskelfaser.

Der intervillöse Inhalt birgt wenige rotgefärbte Granula neben anderen corpusculären und homogenen Teilen.

Das Stratum proprium der Glandulae intestinales hebt sich durch den fast totalen Mangel an rottingierten Elementen von den Zotten ab. Konstant enthalten alle Zylinderzellen dieser Drüsen außer dem chromatinarmen Kern keinerlei gefärbte körperliche Bestandteile. Selbst die Becherzellen weisen wenig Glykogengranula auf. Manche sind matt tingiert, andere gar nicht. Ausführungsgänge von Duodenaldrüsen — als solche charakterisiert durch kubische Epithelzellen mit plattem Kern — sind im Verlauf der Propria mucosae nicht zu finden. Jedenfalls liegen die Verhältnisse wie bei Katze VII.

Im interglandulären Gewebe stößt man nirgends auf Glykogen.

Die Epithelzellen der Duodenaldrüsen lassen noch weniger Glykogen erkennen, als dieselben Drüsen des gleichalten gefütterten Tieres. Wie ein feiner Saum liegen über jedem

Drüsenacinus nach dem Lumen zu die Glykogengranula. Denn die lumenseitige Partie der Zelle — etwa ein Zehntel der Zellhöhe — ist fein bestäubt. Der übrige Abschnitt des supranukleären Raumes ist nur in ganz geringem Grade mit feinsten Granula besetzt; sie reichen selten bis zum Kern.

In den muskulären Bestandteilen der Muscularis mucosae, der Tunica muscularis und serosa sowie in anderen Zellelementen dieser Schichten fehlt Glykogen völlig.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner histologischen Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Magen.

Oberflächenepithel: Konstant findet sich in den Oberflächenepithelzellen im oberen, mucinhaltigen Abschnitte eine dichte Anhäufung von Glykogengranula, die in der Regel gleiche Größe besitzen. Als einzige Ausnahme davon waren in den Epithelzellen des Pylorusteils des Magens einer 4 Monate alten Katze, die 48 Stunden nach der letzten Fütterung getötet wurde (Katze IV), also relativ lange gehungert hatte, Glykogenteile überhaupt nicht nachweisbar. Es war dies eine Ausnahme von der Regel; denn als Regel beobachtete ich, daß ein prinzipieller Unterschied im Glykogengehalt, der sich als dichte Anhäufung im lumenseitigen Zellabschnitt dokumentierte, zwischen einem gefütterten und einem Hungertiere nicht bestand. Individuelle Unterschiede des Glykogengehaltes der Zellen kommen natürlich vor. Die Menge des Glykogens, die Dichte der Lagerung der Glykogengranula, die Höhe der Glykogenzone der Zellen ist individuell etwas verschieden, aber unabhängig von der Fütterung bezw. dem vorübergehenden Hungern. Außer der aus dichtgelagerten Glykogengranula bestehenden Glykogenmasse im Zelloberende treten im supranukleären Abschnitt zwischen dem Kern und der genannten Glykogenmasse, also in der mittleren Zellzone, manchmal, aber nicht regelmäßig, in jeder Zelle einzelne Granula von Glykogen auf. Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit läßt sich jedoch nicht nachweisen. Man könnte vermuten, daß unter dem Einflusse des Hungerns diese Glykogenbestandteile verbraucht würden, wie man es ja auch durch die Untersuchung des einen Hungertieres (Katze II) bestätigt findet. Dagegen bemerkt man, daß bei anderen Hungertieren diese Glykogenbestandteile regelmäßig anzutreffen sind. In den paranukleären Partien der Zellen trifft

man mit der gleichen Unregelmäßigkeit Glykogenkörnchen bei dem einen Tiere bald garnicht, bei einem anderen dagegen fast in der Mehrzahl der Zellen.

Magengrübchen: Die gleiche Gesetzmäßigkeit im Auftreten dichtgelagerter Glykogenbestandteile, wie sie für das Oberflächenepithel gilt, besteht für das Epithel der Magengrübchen. Auch dessen Zellen besitzen im Oberende dicht gelagerte Glykogenkörnchen. Bei allen Tieren, die überhaupt im Magen an irgend einer Stelle Glykogen tragen, ist die Form der dichten Lagerung von Glykogen im Grübchenepithel zu erkennen. Die einzige Ausnahme macht wieder das 4 Monate alte Tier im Hungerzustand (Katze IV). Individuelle Schwankungen bezüglich der Masse des Glykogens sind freilich zu beobachten. Ebenso ist in kleineren Zellen die Menge geringer als in großen, es paßt sich somit der Glykogengehalt dem in der Zelle verfügbaren Raume, also der Größe der Zellen an. Im übrigen trifft man in anderen Partien der Zellen einzelne Glykogenteilchen in ganz verschiedener Verteilung. Und zwar bestehen Verschiedenheiten sowohl hinsichtlich der Grübchen ein und desselben Tieres, wie auch zwischen verschiedenen Individuen, zwischen den Tieren verschiedenen Alters und Ernährungszustandes. Es besteht aber in dieser Beziehung keine Gesetzmäßigkeit. Wenigstens lassen sich aus meinen Beobachtungen keine dahingehenden Schlüsse ziehen.

Fundusdrüsen: Mündungsteil. Große Unterschiede im Glykogengehalt bestehen an den Uebergangszellen. Bei einem Tiere trifft man dichte Glykogenmassen im lumenseitigen Teile der Zellen, ähnlich, wenn auch nicht in der gleichen Menge, wie beim Epithel der Oberfläche und der Grübchen. Bei einem anderen Tiere sind nur einzeln gelagerte Granula zu sehen. Oder es treten nur feine Stäubchen auf. Schließlich findet man manche dieser Zellen auch ganz ungefärbt, also glykogenfrei. Nebenbei treten in verschiedenen Zellpartien einzelne Glykogengranula auf. Noch größer sind die Unterschiede bei den Nebenzellen, nicht bloß zwischen verschiedenen Tieren, sondern auch bei ein und demselben Tiere.

Drüsenendstück. Konstant erweisen sich die Belegzellen bei allen Tieren glykogenfrei. Ausnahmen habe ich nie sehen können. Recht verschieden sind aber die Befunde bezüglich der Hauptzellen. So findet man die Hauptzellen des Drüsengrundes manchmal konstant frei von Glykogen, während die des Mittel-

stücks viel Glykogen erkennen lassen, manchmal jedoch tragen gerade die Hauptzellen des Mittelstücks nicht die Spur von Glykogen, während sie im Drüsengrunde mit Glykogengranula vollgepfropft sind. Dann treten uns Drüsenschläuche entgegen, in denen keine Zelle eine Spur von Glykogenbestandteilen aufweist. Diese Unterschiede trifft man nicht nur bei verschiedenen Tieren, sondern in dem gleichen Präparat ein und desselben Tieres, wenn auch nicht in so bedeutendem Maße wie bei verschiedenen Individuen.

Pylorusdrüsen: Eine Uebereinstimmung zwischen den erwachsenen Tieren und denen im Alter von 4 Monaten (Katze I bis IV) besteht darin, daß die Epithelzellen der Grübchen umsoweniger Glykogen enthalten, je tiefer sie im Grübchen liegen. Das Epithel des Ausführungsganges trägt die feinsten Stäubchen und die geringste Menge des Glykogens. Nach der Tiefe des Drüsenschlauches hin nimmt die Menge des abgelagerten Glykogens wieder zu, sodaß die Zellagen, die das blinde Endstück auskleiden, die meisten Glykogengranula enthalten. Bei den Tieren, die sich im Hungerzustand befanden, findet man, daß die Glykogengranula in geringerer Menge auftreten, als bei den gefütterten Tieren. Ganz verschieden hiervon verhalten sich die erst 6 Wochen alten Katzen. Bei ihnen sind die Zellen im Ausführungsgang und im Drüsenendstück alle in gleicher Weise mit Glykogengranula erfüllt, und zwar treten sie im lumenseitigen Abschnitt auf und sind mehr oder weniger dicht gelagert. Im übrigen scheint auch bei den anderen Tieren durch den Einfluß des Hungerns der Glykogengehalt der Pylorusdrüsenzellen abzunehmen.

Grübchen- und Drüseninhalt: Findet sich im Lumen der Drüsen oder Grübchen bei einem Tiere irgendwelcher Inhalt vor, so sind darin unter korpuskulären Bestandteilen auch einige wenige Glykogengranula enthalten, die sich durch stärkere Tinktion von den homogenen mattrosaroten Substanzen abheben.

Die sonstigen Bestandteile der Magenwand.

Bei allen Tieren bestehen folgende Gleichmäßigkeiten: Das interglanduläre Gewebe und das Stratum subglandulare des Magens, sowohl im Fundus- wie im Pylorusteil, ist im allgemeinen, das heißt in seinen bindegewebigen und elastischen Elementen, glykogenfrei, es enthält nur wenige glykogenführende Zellelemente, wie Muskelfasern und Lymphozyten. Das Stratum

compactum präsentiert sich als homogener, leicht rosarot tingierter, glasartiger Streifen. Die Muscularis mucosae fällt überall durch den Reichtum an Glykogengranula auf. Diese Granula liegen in den Muskelfasern, und zwar teils vereinzelt, teils mit anderen zu spindelförmigen Strängen vereint. Die Muskelbündel, die, durch das Stratum compactum nach dem interglandulären Gewebe der Lamina propria mucosae sich erstreckend, von der Muscularis mucosae abzweigen, verlieren regelmäßig lumenwärts einen großen Teil des Glykogens, beginnend im Bereiche des Stratum compactum. Einzelne Körnchen sind aber selbst subepithelial noch anzutreffen. Im submukösen Gewebe und in der Serosa findet man nur in der Gefäßmuskulatur wenige Glykogenkörnchen, zum Teil ist sie auch glykogenfrei. Arm an Glykogen erweist sich stets die Tunica muscularis.

Duodenum.

Zottenepithel: In der Hauptsache hat man das Zylinderepithel der Zotten als glykogenfrei anzusehen. Aeußerst selten trifft man in einer Zelle ein paar Granula, noch seltener sind Zusammenballungen von Glykogenbestandteilen zu beobachten. Manche Tiere lassen in diesen Zellen auch nicht die geringste Spur von Glykogen erkennen. Ein Zusammenhang mit dem Ernährungszustande, sowie der Nahrungsaufnahme und dem Hungern, läßt sich nicht bemerken. Denn bald trifft man diese Zellen bei einem Tiere, das kurz nach der Fütterung getötet worden ist, bald bei einem Tiere, das 48 Stunden gehungert hat, völlig glykogenfrei. Stets weist der Cuticularsaum Reihen rosenkranzartig angeordneter Pünktchen auf, die sich mit Bests Karmin tingiert haben. Zwischen diesen Pünktchen ist als feine, ungefärbte, strichförmige Partie die intercanaliculäre Substanz zu erkennen; wenn auch der Cuticularsaum nicht in der ganzen Zirkumferenz jedes Zottenquer- und -längsschnittes diese Reaktion aufweist, so begegnet man doch bei jedem Tiere dem charakteristischen Bilde. Einmal (Katze VIII) war der Cuticularsaum mit einer doppelten Reihe solcher rottingierter Pünktchen ausgestattet, da sich sowohl die darmlumenseitige, wie die zellseitige Mündung jedes Canaliculus mit Bests Karmin gefärbt hat. Die Becherzellen enthalten regelmäßig, so lange sie nicht ihr Sekret ent-

leert haben, in ihrem Becherinhalt mit Bests Karmin sich lebhaft rot färbende Schollen und Körner neben einer mehr oder weniger strukturlosen Substanz. Sind Becherzellen im Begriff, ihren Inhalt in das Darmlumen, resp. die intervillösen Räume auszustoßen, so sieht man an diesen Substanzen genau das gleiche Bild, wie im Becher gefüllter Zellen. Sekretleere Becherzellen tragen gefärbte Substanzen nicht mehr. Wenn auch prägnante Unterschiede bei den verschiedenen Tieren nicht bestehen, so kann man doch konstatieren, daß der Hunger offenbar eine Verminderung der Glykogenbestandteile in den Becherzellen verursacht. Das Alter scheint aber ohne Einfluß zu sein.

Glandulae intestinales propriae: Die Zylinderepithelzellen sind bei den meisten Tieren frei von Glykogen. Ob allerdings die wenigen Glykogenteilchen, die man ganz selten in einer zylindrischen Zelle antrifft, wirklich einer Zylinderzelle zukommen und nicht vielmehr einer Panethschen Körnerzelle, läßt sich nicht mit absoluter Sicherheit feststellen. Es scheint allerdings, daß sie eher ein Charakteristikum der Körnerzellen bilden. In den Becherzellen bietet sich dem Auge das gleiche Bild der Verteilung glykogenartiger Gebilde dar, wie an den Zotten; doch ist die Menge des Glykogens in den Becherzellen der Darmeigendrüsen im allgemeinen stets geringer. Durch den Hunger ist bei manchen Tieren eine Abnahme des Glykogens zu konstatieren; bei anderen Tieren dagegen scheint sich im Zustande des Hungerns mehr Glykogen vorzufinden, als kurze Zeit nach der Fütterung. Ebensowenig finden wir prägnante Unterschiede bei den Tieren verschiedenen Alters.

Glandulae duodenales: Durch die Gleichmäßigkeit der Glykogenfülle fallen stets die Duodenaldrüsen und ihre Ausführungsgänge auf. Die Form und Größe der Glykogenbestandteile sind überall gleich. Glykogengranula gleicher Größe erfüllen in diffuser Ausstreuung das ganze Cytoplasma gleichmäßig. Nur der schmale Raum zwischen Basiswand und dem basal gelegenen Kerne ist meist glykogenfrei. Nach dem Lumen der Drüsen und Ausführungsgänge ist in den Epithelzellen oft eine dichtere Lagerung der Glykogenkörnchen zu konstatieren. Im Gegensatz dazu beherbergen die Epithelzellen der Drüsen und Ausführungsgänge der beiden 3 Tage alten Tiere relativ wenig Glykogen, da nur in der nach dem Lumen gelegenen Zone jeder Zelle Glykogenteile lagern.

Im Zottenstroma und im Interglandulargewebe der Darmeigendrüsen sind etwa in gleicher Weise wie im Interglandulargewebe des Magens Glykogengranula nur dann anzutreffen, wenn Leukozyten oder muskuläre Elemente vorhanden sind. In diesen finden sich dann Glykogenkörnchen. Im allgemeinen treten sie darin aber nur selten auf. Die Muscularis mucosae enthält Glykogenteile in weit geringerem Maße, als die des Magens. Die Submucosa, die Tunica muscularis und Serosa gleichen vollkommen den entsprechenden Teilen im Magen, sie sind sehr arm an Glykogen.

Was ergibt sich physiologisch aus den Untersuchungen?

Der Einfluß des Hungerns auf den Glykogengehalt der einzelnen Teile der Magen- und Darmschleimhaut ist, wenn man überhaupt von einem solchen sprechen kann, äußerst gering. Darin stimmen meine Untersuchungsergebnisse mit denen der übrigen Autoren überein. Denn es wird von allen berichtet: Unter der Wirkung des Hungers schwindet am leichtesten der Glykogenvorrat der Leber. Sehr schwer zu beeinflussen ist dagegen das Muskelglykogen. Noch weniger abhängig von Stoffwechselschädigungen und -verschiedenheiten ist das Glykogen in den Knorpeln und Epithelzellen.

Verschiedenheiten nach Altersunterschieden bestehen offenbar nicht. Es ist insbesondere mit der Zunahme des Alters eine Abnahme der Glykogenmenge nicht verbunden.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochgeschätzten, verehrten Lehrer, Herrn Geheimen Rat Professor Dr. Dr. *Ellenberger* von Herzen meinen ergebensten, tiefgefühlten Dank für die fördernde Anregung und gütige Unterstützung bei der Abfassung meiner Arbeit auszusprechen.

Herrn Dr. *Trautmann*, dem ersten Assistenten des Physiologischen Institutes, der mir bei Ueberwindung technischer und histologischer Schwierigkeiten beratend zur Seite stand, danke ich an dieser Stelle herzlich für seine liebenswürdige Hilfe.

Literatur.

1. *Arnold,* Ueber feinere Strukturen und die Anordnung des Glykogens im Magen-Darmkanal. Arch. f. mikr. Anat. 1911. Bd. 77, S. 346.
2. *Arnold,* Ueber die Anordnung des Glykogens im menschlichen Magen-Darmkanal unter normalen und pathologischen Bedingungen. Zieglers Beiträge 1911. Bd. 51, Heft 3, S. 439.
3. *Best,* Ueber Glykogen, insbesondere seine Bedeutung bei Eiterung und Entzündung. Zieglers Beiträge 1903. Bd. 33, Heft 3, S. 585.
4. *Best,* Ueber Karminfärbung des Glykogens und der Kerne. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop. u. mikr. Technik 1906. S. 319.
5. *Cramer,* Beiträge zur Kenntnis des Glykogens. Inaug.-Dissert. Zeitschr. f. Biol. 1888. Bd. 24, S. 89.
6. *Driessen,* Zur Glykogenfärbung. Zentralbl. f. allgem. Patholog. u. pathol. Anatom. 1907. Bd. 16, Nr. 4, S. 129.
7. Encyclopädie d. mikr. Techn. 1910. Kap. Glykogen. S. 525.
8. *Fichera,* Verteilung des Glykogens bei verschiedenen Arten experimenteller Glykosurie. Zieglers Beiträge 1904. Bd. 36, 273.
9. *Fischer,* Eine neue Glykogenfärbung. Anat. Anz. 1905. Bd. 26, Nr. 13, 14, S. 399.
10. *Fränkel,* Pflügers Arch. Bd. 52, S. 125.
11. *Gierke,* Physiolog. und patholog. Glykogenablagerung. Lubarsch-Ostertag, Ergebn. der pathol. Anat. 1907. S. 871.
12. *Gierke,* Glykogen in der Morphologie des Zellstoffwechsels. Zieglers Beiträge 1905. Bd. 37, S. 511.
13. *Kan Kato,* Beiträge zur Frage des mikrochem. Nachweises des Glykogens. Pflügers Arch. 1909. Bd. 127, S. 125.
14. *Loeschcke,* Ueber die Berechtigung der Annahme, daß das Glykogen in den Organen chemisch gebunden sei. Pflügers Arch. 1904. Bd. 102, S. 592.
15. *Lubarsch,* Ueber die Bedeutung der pathol. Glykogenablagerung, Virchows Arch. 1906. Bd. 183, S. 188.
16. *Mayer,* Zur Färbung des Glykogens. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. 1909. Bd. 26. Heft 4, S. 513.
17. *Nerking,* Läßt sich durch Extraktion .... Glykogen gewinnen? Pflügers Arch. Bd. 81, S. 637.
18. *Pflüger,* Glykogen. Pfügers Arch. 1903. Bd. 96, S. 146.

19. *Saake*, Studien über Glykogen. Zeitschr. f. Biol. 1892. Bd. 11, S. 429.
20. *Schiele*, Das Glykogen in normal. und pathol. Epithelien. Inaug.-Diss. Bern 1880.
21. *Simon*, Ueber das mikrosk. Verhalten des Glykogens in normalen menschl. Schleimhäuten. Inaug.-Diss. Königsberg 1901.
22. *Weiß*, Resorption des Fettes im Magen. Deutsch. mediz. Wochenschr. Jahrg. 38, Nr. 10, 11. April 1912, S. 730.
23. *Zieglwallner*, Ueber Fixierung und Färbung des Glykogens. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. 1911. Bd. 28, S. 152.

Lebenslauf.

Als Sohn des Oberlehrers Paul Krieger und seiner Ehefrau wurde ich, *Richard Hans Krieger,* am 30. April 1889 zu Chemnitz in Sachsen geboren. Von 1895 bis 1899 besuchte ich die erste Bezirksschule, von da ab das Königliche Gymnasium zu Chemnitz und erwarb mir daselbst das Reifezeugnis zu Ostern 1908. Von Ostern 1908 ab studierte ich an der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden, legte die naturwissenschaftliche Prüfung im Februar 1910 ab und beendete die tierärztliche Fachprüfung am 23. Mai 1912. Vom Juli bis in den Oktober 1912 war ich als Vertreter in der tierärztlichen Praxis tätig und begann darauf im Physiologischen Institut der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden meine Promotionsarbeit. Am 1. April 1913 trat ich als Einjährig-Freiwilliger beim 1. Königl. Sächs. Trainbataillon Nr. 12 ein und wurde am 1. Oktober 1913 zum Einjährig-Freiwilligen Tierarzt befördert. Während der Dienstzeit wurde die vorliegende Dissertation abgeschlossen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schnitt durch den Pylorusteil der Magenwand.

Fig. 2. Schnitt durch den Fundusteil der Magenwand.

Fig. 3. Schnitt durch die Wand des Duodenums.

Fig. 4. **A.** Epithel der Oberfläche und der Grübchen des Magens.

B. Fundusdrüsenschlauch mit Nebenzellen und Hauptzellen des Mittelstücks.

C. Nebenzellen, und eine Belegzelle (Mündungsteil) der Fundusdrüsen.

D. Haupt- und Belegzellen des Mittelstücks der Fundusdrüsen.

E. Haupt- und Belegzellen des Drüsengrundes der Fundusdrüsen.

F. Pylorusdrüsenschlauch mit Mündungsteil und Drüsenkörper, das Drüsen**endstück** ist **nicht** getroffen.

G. Pylorusdrüsenzellen aus der Mitte des Drüsenkörpers.

H. Zottenepithel des Duodenums.

I. Duodenaldrüsenacinus im Querschnitt. (Dasselbe Bild gilt für das Endstück des Pylorusdrüsenkörpers.)

K. Ausführungsgang der Duodenaldrüsen.